

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-112433

(43)Date of publication of application : 28.04.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

F16F 15/02

G03F 9/00

(21)Application number : 08-283187

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 04.10.1996

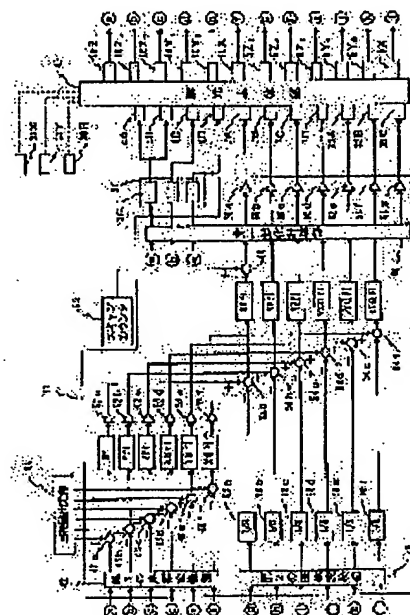
(72)Inventor : OSAKI TATSUYA

(54) SEISMIC BASE ISOLATION DEVICE AND EXPOSURE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To carry out efficient control of an actuator and prevent unnecessary heating of the actuator.

SOLUTION: The control mode of an exposure body portion 40 is set in accordance with the operation mode of a moving body by a target value output section 44. In accordance with this set control mode, a controller 11 controls actuators 7A to 7D, 32A to 32C on the basis of outputs of displacement sensors 10Z1 to 10Z3, 10Y1, 10Y2, 10X and oscillation sensors 5Z1 to 5Z3, 5Y1, 5Y2, 5X, thereby carrying out oscillation control and position control of the exposure body portion 40. Therefore, efficient control of the actuators in accordance with the operation mode of the moving body may be realized, and excessive driving of the actuators may be avoided. Thus, unnecessary heating of the actuators can be prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] At least three vibration removal pads are minded. It responds to the mode of operation of said mobile, the shock absorbing desk held almost horizontally and; -- the mobile which moves on said shock absorbing desk, and; -- two or more actuators and; which drive said shock absorbing desk -- the displacement sensor which detects the variation rate of said shock absorbing desk, and; -- the sway sensor and; which detect vibration of said shock absorbing desk -- A setting means to set up the control mode of said shock absorbing desk; vibration removal equipment which has the 1st control system which controls said two or more actuators based on the output of said displacement sensor and a sway sensor according to said control mode.

[Claim 2] Vibration removal equipment according to claim 1 characterized by including the 1st mode in which only said target set point and said target setting range of the setting ranges can be changed, and the 2nd mode which both said target set point and setting range can change as a mode of operation of said mobile.

[Claim 3] Said two or more actuators contain at least three actuators which drive said shock absorbing desk in the direction of a vertical in a different part. It has the pneumatics control circuit which controls the flow rate of the air supplied to said vibration removal pad. Vibration removal equipment according to claim 1 or 2 characterized by having further the 2nd control system which amends a part of amount [at least] of inclinations of said shock absorbing desk produced by migration of said mobile by driving said pneumatics control circuit based on the output of said displacement sensor.

[Claim 4] Said setting means is vibration-removal equipment according to claim 2 or 3 characterized by the thing which responded to the migration command value of said mobile, and for which said target set point is set up so that it may incline, an amount may be predicted and the amount of inclinations of said shock absorbing desk may be in agreement with the prediction result by calculating the amount of inclinations of said shock absorbing desk based on the migration location of said mobile, and the spring constant of said vibration-removal pad, when the mode of operation of said mobile is said 2nd mode.

[Claim 5] It is the aligner which exposes the image of the pattern formed in the mask on said sensitization substrate through projection optics, carrying out step migration of the substrate stage holding a sensitization substrate. At least three vibration removal pads are minded, the shock absorbing desk held almost horizontally and; -- at least one migration stage including said substrate stage where it moves on said shock absorbing desk, and; -- two or more actuators and; which drive said shock absorbing desk -- the displacement sensor which detects the variation rate of said shock absorbing desk, and; -- vibration of said shock absorbing desk The sway sensor to detect; It responds to the equipment mode of operation relevant to migration of said substrate stage. A setting means to set up the control mode of said shock absorbing desk; the aligner which has the control unit which controls said two or more actuators based on the output of said displacement sensor and a sway sensor according to said control mode.

[Claim 6] The aligner according to claim 5 characterized by to include the 1st mode in which move as said equipment mode of operation on said stage by having a detection means detect the mark formed on said sensitization substrate, position a sensitization substrate in a predetermined exposure location, and said exposure is performed, and the 2nd mode in which move on said substrate stage and said detection means detects said mark.

[Claim 7] The aligner according to claim 5 or 6 characterized by having further the 3rd mode which moves

said substrate stage to a predetermined delivery location in said sensitization substrate receptacle ****
sake as said equipment mode of operation.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to vibration removal equipment and an aligner, and relates to the aligner equipped with the so-called vibration removal equipment and this vibration removal equipment of the active method which drives a shock absorbing desk with an actuator in more detail so that vibration of a shock absorbing desk may be negated.

[0002]

[Description of the Prior Art] Fine vibration which acts on a surface plate (shock absorbing desk) will need to be insulated from the installation floor on micro G level with highly-precise-izing of precision mechanical equipments, such as the contraction projection mold aligner of a step-and-repeat method, i.e., the so-called stepper etc. Various things, such as a mechanical damper, an air operated damper, etc. which put in the compression spring into damping liquid as a vibration removal pad which supports the shock absorbing desk of vibration removal equipment, were used, and the vibration removal pad itself is equipped with a certain amount of centering function. Since especially pneumatic spring vibration removal equipment equipped with the air operated damper can set up a load rate small and insulates vibration of about 10Hz or more, it is widely used for support of a precision mechanical equipment. Moreover, recently, in order to overthrow the limitation of conventional passive vibration removal equipment, active vibration removal equipment is proposed. This detects vibration of a shock absorbing desk by the sensor, by driving an actuator based on the output of this sensor, is vibration removal equipment which performs oscillating control, and can give the ideal vibration isolation effectiveness which does not have a resonance peak in a low frequency control band.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In a stepper, the X-Y stage (wafer stage) which performs big acceleration and deceleration is carried on the surface plate held at the vibration removal pad, and the center-of-gravity location of the body of an aligner moves to migration and coincidence of an X-Y stage. With active vibration removal equipment, when the center-of-gravity location of a body changes with this stage migration, it positions to an initial valve position by the position control loop formation, but if stage movement magnitude becomes large, the center-of-gravity location variation of a body also becomes large, and a body inclines. This amount of inclinations and the thrust needed for an actuator in order to become large and to amend this become large with increase of the center-of-gravity location variation of a body. in addition, with the active vibration removal equipment applied to the conventional aligner About the target set point for performing amendment and vibration deadening of the amount of inclinations of a surface plate (shock absorbing desk) The output value of each displacement sensor in case each stage (it is a reticle stage further in the case of a wafer X stage, a wafer Y stage, and a scanning aligner) is located in a criteria location is used. Moreover, about the target setting range, it had set up uniformly based on the allowed value of six degrees of freedom in the delivery location of the shot position of the exposure light source and a reticle loader, and a wafer loader.

[0004] Especially with such vibration removal equipment, the calorific value generated from an actuator at the time of the inclination of a body is large, and the temperature change of the environment where the aligner is placed becomes large. The temperature change of this environment having affected the accuracy of measurement of the laser interferometer which measures the location of an X-Y stage, as a

result having un-arranged [of causing degradation of the positioning accuracy of a stage etc.].

[0005] It is in offering the vibration removal equipment [this invention was made under this situation, and the control action of an efficient actuator is possible for the purpose of invention given in claims 1 and 2, and] which can prevent unnecessary generation of heat of an actuator.

[0006] Moreover, in addition to the purpose of invention given in above-mentioned claim 1, the purpose of invention given in claims 3 and 4 is to offer the vibration removal equipment which can prevent generation of heat of much more actuator.

[0007] Moreover, claim 5 thru/or the purpose of invention given in 7 are to offer the aligner [the control action of the efficient actuator according to the mode of operation of a substrate stage is possible, and] which can control the temperature change of the environment by unnecessary generation of heat of an actuator.

[0008]

[Means for Solving the Problem] the mobile (20) which the vibration removal equipment concerning invention according to claim 1 moves on the shock absorbing desk (6) held almost horizontally through at least three vibration removal pads (4A-4D), and said; shock absorbing desk (6), and; -- two or more actuators (7 -- A to 7 D) which drive said shock absorbing desk (6) 32A-32C; the displacement sensor which detects the variation rate of said shock absorbing desk (6) (10 X) 10Y1, 10Y2, and 10Z1 to 10Z3; the sway sensor which detects vibration of said shock absorbing desk (6) (5 X) 5Y1, 5Y2, and 5Z1 to 5Z3; It responds to the mode of operation of said mobile (20). A setting means to set up the control mode of said shock absorbing desk (44); according to said control mode, it has the 1st control system (11) which controls said two or more actuators (7A-7D, 32A-32C) based on the output of said displacement sensor and a sway sensor.

[0009] According to this, according to the mode of operation of a mobile, the control mode of a shock absorbing desk is set up by the setting means. And in the 1st control system, oscillating control of a shock absorbing desk and position control are performed by controlling two or more actuators based on the output of a displacement sensor and a sway sensor according to the control mode of this set-up shock absorbing desk.

[0010] When the mode of operation of a mobile means the mode according to the purpose of actuation of a mobile, for example, it positions a mobile in a predetermined location here, if that locational error becomes how much, whether I may judge it as positioning setting or which about should just carry out time amount maintenance of the setting condition will change with purposes of actuation of that mobile, and this locational error will be influenced by the desired value of the oscillating control and position control of a shock absorbing desk (attitude control), and the tolerance.

[0011] Moreover, the control mode of a shock absorbing desk means the mode which controls vibration of a shock absorbing desk, and this is defined in consideration of oscillating control (control of an actuator) of a shock absorbing desk with more efficient setting to the desired value of the degree direction of each one means in the case of controlling vibration of a shock absorbing desk by two or more degrees of freedom and the value from which a tolerance also differs corresponding to the above-mentioned mode of operation of the mobile which moves in a shock absorbing desk top being attained.

[0012] For this reason, while according to this invention the target set point and the target setting range of oscillating control and position control of a shock absorbing desk come out uniformly and the control action of the efficient actuator according to the mode of operation of a mobile of them becomes possible compared with a certain case like before, the positioning settling time also becomes possible [making it the suitable thing according to a mode of operation], for example. Moreover, since it is set as the control mode to which a target setting range becomes large according to a mode of operation when the allowable error of vibration may be large, the drive of the actuator beyond the need can be avoided and it is also possible for this to prevent unnecessary generation of heat of an actuator.

[0013] in this case, as a mode of operation of the above-mentioned mobile As long as it is the mode set to the bottom of conditions which were mentioned above, what kind of the mode may be set up. Like invention according to claim 2 as a mode of operation of said mobile The 1st mode in which only said target setting range of said target set point and the target setting ranges can be changed, and the 2nd mode which both said target set point and setting range can change may be included. In this case, what is necessary is just to define predetermined characteristic value (for both the target set points of all the degree-of-freedom directions of for example, two or more degrees of freedom to be zero) as the target

set point in the 1st mode.

[0014] Invention according to claim 3 is set to vibration removal equipment according to claim 1 or 2. Said two or more actuators At least three actuators which drive said shock absorbing desk (6) in the direction of a vertical in a different part It contains. (It is hereafter called suitably "the actuator for the direction drive of a vertical") (7A-7D) It has the pneumatics control circuit (37A-37C) which controls the flow rate of the air supplied to said vibration removal pad (2A - 2D). By driving said pneumatics control circuit (37A-37C) based on the output of said displacement sensor (10Z1 to 10Z3) It is characterized by having further the 2nd control system (56 37) which amends a part of amount [at least] of inclinations of said shock absorbing desk (6) produced by migration of said mobile (20).

[0015] According to this, it adds to the reservation of efficient control action according to the mode of operation of the mobile by setup of the above-mentioned control mode. By migration of a mobile When a shock absorbing desk inclines, based on the output of a displacement sensor, a pneumatics control circuit drives according to the 2nd control system. Even if it is the case where the mode of operation of a mobile is the 1st mode temporarily, and the above-mentioned characteristic value is set up as the target set point from all or a part of the amount of inclinations of a shock absorbing desk produced by migration of a mobile being amended It becomes possible to reduce sharply the amount of drives of the actuator for the direction drive of a vertical for returning a shock absorbing desk to the original posture, and it becomes possible to prevent unnecessary generation of heat of the part actuator.

[0016] In vibration removal equipment according to claim 2 or 3 like invention according to claim 4 moreover, said setting means When the mode of operation of said mobile is said 2nd mode, by calculating the amount of inclinations of said shock absorbing desk based on the migration location of said mobile, and the spring constant of said vibration removal pad The amount of inclinations according to the migration command value of said mobile is predicted, and you may make it set up said target set point so that the amount of inclinations of said ***** may be in agreement with the prediction result. In this case, by the setting means, before a mobile actually starts migration, the amount of inclinations according to the migration command value of a mobile is predicted. Since said target set point (it relates to the inclination of a shock absorbing desk) is set up so that the amount of inclinations of said shock absorbing desk may be in agreement with the prediction result, when a mobile moves to the location corresponding to a migration command value It is not necessary to drive an actuator for the attitude control (mainly inclination control) of a shock absorbing desk, and the 1st control system is sufficient if it drives only for oscillating control. Therefore, the amount of drives of an actuator is reduced remarkably and calorific value is controlled further.

[0017] Invention according to claim 5 carrying out step migration of the substrate stage (20) holding a sensitization substrate (W) It is the aligner which exposes the image of the pattern formed in the mask (R) on said sensitization substrate (W) through projection optics (PL). at least one migration stage (20 27) including said substrate stage (20) where it moves on the shock absorbing desk (6) held almost horizontally through at least three vibration removal pads, and said; shock absorbing desk (6), and; -- two or more actuators (7 -- A to 7 D) which drive said shock absorbing desk (6) 32A-32C; the displacement sensor which detects the variation rate of said shock absorbing desk (6) (10 X) 10Y1, 10Y2, and 10Z1 to 10Z3; the sway sensor which detects vibration of said shock absorbing desk (6) (5 X) 5Y1, 5Y2, and 5Z1 to 5Z3; It responds to the equipment mode of operation relevant to migration of said substrate stage (20). A setting means to set up the control mode of said shock absorbing desk (6) (44); according to said control mode, it has the control unit (11) which controls said two or more actuators (7A-7D, 32A-32C) based on the output of said displacement sensor and a sway sensor.

[0018] The equipment mode of operation relevant to migration of a substrate stage means the various modes of operation of the aligner with which the migration conditions (migration purpose) of a substrate stage differ here, and it is set in the same implications as the mode of operation of a mobile according to claim 1.

[0019] Moreover, the control mode of a shock absorbing desk is defined in consideration of oscillating control (control of an actuator) of a shock absorbing desk with more efficient setting to the desired value of the degree direction of each one means in the case of controlling vibration of a shock absorbing desk by two or more degrees of freedom like the case of claim 1 corresponding to the equipment mode of operation relevant to migration of the substrate stage which moves in a shock absorbing desk top, and the value from which a tolerance also differs being attained.

[0020] Therefore, according to this invention, if [both] the target set point and the target setting range of oscillating control of a shock absorbing desk come out uniformly and the control action of the efficient actuator according to the equipment mode of operation relevant to migration of a substrate stage of them becomes possible compared with a certain case like before, the positioning settling time will also become possible [making it the suitable thing according to a mode of operation], for example. Moreover, since it is set as the control mode to which a target setting range becomes large according to a mode of operation when the allowable error of vibration may be large, the drive of the actuator beyond the need can be avoided and it becomes possible to control the temperature change of the environment by unnecessary generation of heat of the actuator which affects exposure precision by this.

[0021] If it exposes carrying out step migration of the substrate stage holding a sensitization substrate, both the equipment of a quiescence exposure mold like the aligner (the so-called stepper) of the contraction projection mold of a step-and-repeat method and the aligner of a scan exposure mold like the aligner of step - and - scan mold are contained in the aligner of this invention.

[0022] As the above-mentioned mode of operation, although various things can be considered for example, in having a detection means (23) to detect the mark formed on said sensitization substrate (W) like invention according to claim 6 The 1st mode in which move on said substrate stage (20), position a sensitization substrate (W) in a predetermined exposure location as said equipment mode of operation, and said exposure is performed, The 2nd mode in which move on said substrate stage (20) and said detection means (23) detects said mark may be included. In this case, when it sets, for example, the exposure light source is prepared in a shock absorbing desk and the distant location and the detection means is established on the shock absorbing desk It is necessary to perform severely both oscillating control of a shock absorbing desk and attitude control in the 1st mode. And it is necessary to making desired value of oscillating control of a shock absorbing desk and position control regularity (the target set point of all the degree-of-freedom directions being zero) to seldom carry out attitude control of a shock absorbing desk to high degree of accuracy in the 2nd mode, and to change the target set point according to the migration location of a substrate stage. Therefore, the control mode is defined in consideration of these points, and control of an efficient actuator is performed.

[0023] In addition, you may have further the 3rd mode which moves said substrate stage (20) to a predetermined delivery location in said sensitization substrate receptacle **** sake like invention according to claim 7 as said equipment mode of operation.

[0024]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, 1 operation gestalt of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 8 .

[0025] In drawing 1 , the outline perspective view of the aligner 100 of step - concerning 1 operation gestalt and - scan mold is shown, and the outline block diagram of each part of a configuration except the surface plate which constitutes this aligner 100 and which is mentioned later, the 1st column, the 2nd column, etc. is shown in drawing 2 at it.

[0026] In drawing 1 , the rectangular plate-like plinth 2 is installed in above the floor level [as an installation side], the vibration removal pads 4A-4D (however vibration removal pad 4D by the side of the space back not illustrating by drawing 1 refer to drawing 3) are installed on this plinth 2, and the surface plate 6 of the shape of a rectangle as a shock absorbing desk is installed on such vibration removal pad 4A - 4D. Here, since projection optics PL is used with this operation gestalt, the Z-axis is taken in parallel with the optical axis of projection optics PL, and a Y-axis is taken in the flat surface which intersects perpendicularly with the Z-axis in the direction which intersects the X-axis perpendicularly with the longitudinal direction of a surface plate 6 at this so that it may mention later. Moreover, the hand of cut of the circumference of each shaft is appointed at the direction of Ztheta, Xtheta, and Ytheta. In addition, in the following explanation, +X, +Y, + Z direction, and a direction opposite to this shall be used for the direction which each arrow head which shows X in drawing 1 , Y, and the Z-axis shows in distinction from -X, -Y, and - Z direction if needed.

[0027] The vibration removal pads 4A-4D are arranged near [four top-most-vertices] the base of the rectangle of a surface plate 6, respectively, as shown also in drawing 3 . With this operation gestalt, the air operated damper is used as vibration removal pads 4A-4D. To be shown in drawing 3 , it connects with a control unit 11 through three pneumatics control circuits 37A, 37B, and 37C, and these vibration removal pads 4A-4D control the flow rate of the air supplied to the vibration removal pads 4A-4D through

the pneumatics control circuits 37A, 37B, and 37C by the control unit 11. That is, since the pressure of air can adjust the height of the vibration removal pads 4A-4D, the air operated damper serves also as the duty of a vertical-movement device.

[0028] In drawing 1, actuator 7A is installed by vibration removal pad 4A and juxtaposition between return, the plinth 2, and the surface plate 6. Actuator 7A consists of stator 9A fixed on the plinth 2, and needle 8A fixed to the base of a surface plate 6, and generates the energization force of the Z direction to the base of a surface plate 6, or the suction force which goes to a plinth 2 from the base of a surface plate 6 from a plinth 2 according to the directions from a control unit 11 (refer to an illustration abbreviation, drawing 3, and drawing 5 in drawing 1). Also in other vibration removal pads 4B-4D, Actuators 7B-7D are installed in juxtaposition like vibration removal pad 4A, respectively (however not illustrating the actuators 7C and 7D by the side of the space back by drawing 1 refer to drawing 5), and the energization force or suction force of these actuators 7B-7D is also set up by the control unit 11 (refer to an illustration abbreviation, drawing 3, and drawing 5 in drawing 1), respectively. About the control approach of Actuators 7A-7D, it mentions later.

[0029] Actuator 7A consists of stator 9A and needle 8A like the above, and stator 9A is constituted by the magnetized body with which the shaft of the south pole was formed in the both sides of the shaft of for example, N pole, and needle 8A consists of wrap outer cases in the container liner which fits loosely into the shaft of N pole, the coil wound around the outside of this container liner, and this coil. And the force of **Z direction occurs between stator 9A and needle 8A by adjusting the current which flows in a coil. It is constituted like [the other actuators 7B-7D] actuator 7A.

[0030] On the surface plate 6, X-Y stage 20 as a substrate stage driven in the XY two-dimensional direction by the driving means which is not illustrated is laid. Although this X-Y stage 20 consists of Y stages movable in the direction of Y in this movable X stage and X stage top in fact in the direction of X which is a scanning direction, these are typically shown by drawing 1 as X-Y stage 20.

[0031] Moreover, the 1st column 24 is implanted so that X-Y stage 20 may be surrounded on a surface plate 6, projection optics PL is fixed to the center section of the superior lamella of the 1st column 24, the 2nd column 26 is implanted so that projection optics PL may be surrounded to the superior lamella of the 1st column 24, and the reticle stage 27 is laid in the center section of the superior lamella of the 2nd column 26.

[0032] Furthermore, although illustration was omitted by drawing 1 above the reticle stage 27, the illumination system 3 shown in drawing 2 is established. This illumination system 3 consists of the light source 1, a collimator lens, a fly eye lens, etc. including the illuminance equalization optical system 12 becoming (neither is illustrated), a relay lens 13, adjustable ND filter 14, the reticle blind 15, the relay lens 16, the dichroic mirror 17 (among these, an illumination-light study system is constituted by the illuminance equalization optical system 12, a relay lens 13, a reticle blind 15, a relay lens 16, and the dichroic mirror 17), etc.

[0033] Here, if each part of a configuration of this illumination system 3 is explained with that operation, after the illumination light IL generated in the light source 1 passes a non-illustrated shutter, it will be changed into the flux of light with almost uniform illumination distribution according to the illuminance equalization optical system 12. As illumination light IL, excimer laser light, such as KrF excimer laser light and ArF excimer laser light, is used here. In this case, the excimer laser which constitutes the light source 1, and an illumination-light study system are prepared in the location distant from the surface plate 6 mentioned above and the 1st column 24, and 2nd column 26 grade (having become every exception), and have the composition that the exposure location of the illumination light IL does not change with the effects of vibration of surface plate 6 grade, an inclination, etc.

[0034] The flux of light injected horizontally reaches a reticle blind 15 through a relay lens 13 from said illuminance equalization optical system 12. Adjustable ND filter 14 is installed so that this reticle blind 15 may be optically arranged in a field [****] with the pattern formation side of the reticle R as a mask, and the exposure side of the wafer W as a sensitization substrate and may be stuck to the relay lens 13 side of this reticle blind 5.

[0035] As said reticle blind 15, what adjusts the magnitude (slit width etc.) of opening is used, and the lighting field IAR (refer to drawing 4) of the shape of a slit which illuminates Reticle R can be set now as the configuration and magnitude of arbitration for two or more movable gobos (for example, two movable gobos of a L character mold) by adjusting the magnitude of the opening by opening and closing by the

motor.

[0036] Moreover, adjustable ND filter 14 is set as the condition of a request of permeability distribution, and consists of duplex blind structure, a liquid crystal display panel, an electrochromic device, or an ND filter of a desired configuration. With this operation gestalt, control of receipts and payments (or that angle of rotation) etc. is made by the adjustable ND filter control section 18, thereby, illumination distribution in the lighting field IAR on Reticle R can be intentionally made into an ununiformity, and this adjustable ND filter 14 can keep constant the light exposure on the wafer W under scan now as a result. Usually, whole adjustable ND filter 14 is transparency 100%, and the illumination distribution in the lighting field IAR on Reticle R is uniform.

[0037] The flux of light which passed adjustable ND filter 14 and the reticle blind 15 passes a relay lens 16, results in a dichroic mirror 17, and illuminates the lighting field IAR part of the reticle R on which the vertical lower part bent here and the circuit pattern etc. was drawn.

[0038] The reticle R as a mask is fixed by for example, vacuum adsorption on said reticle stage 27, and this reticle stage 27 is constituted possible [a very small drive] two-dimensional in the flat surface perpendicular to the optical axis IX of an illumination-light study system (this is in agreement with the optical axis AX of projection optics PL) for positioning of Reticle R (to hand of cut of the circumference of the Z-axis which intersects perpendicularly with Y shaft orientations and XY flat surface which intersect perpendicularly with X shaft orientations and this). Moreover, this reticle stage 27 is movable at the scan speed specified as the predetermined scanning direction (here the direction of X) by the reticle mechanical component (illustration abbreviation) which consisted of linear motors etc. This reticle stage 27 has the migration stroke whose whole surface of Reticle R can cross the optical axis IX of an illumination-light study system at least.

[0039] In the edge of a reticle stage 27, as shown in drawing 2, the migration mirror 19 which reflects the laser beam from the reticle laser interferometer (henceforth a "reticle interferometer") 30 is being fixed, and the location of X shaft orientations of a reticle stage 27 is always detected by the reticle interferometer 30 with the resolution of about 0.01 micrometers. The positional information (or rate information) of the reticle stage 27 from this reticle interferometer 30 is inputted into the main control unit 22 through the stage controller 21 and this stage controller 21. The stage controller 21 drives a reticle stage 27 through a reticle mechanical component (illustration abbreviation) based on this positional information (or rate information).

[0040] In addition, since the initial valve position of a reticle stage 27 is determined so that Reticle R may be positioned with a sufficient precision by the non-illustrated reticle alignment system in a predetermined criteria location, it means measuring the location of Reticle R sufficiently with high precision only by measuring the location of the migration mirror 19 with the reticle interferometer 30.

[0041] It is arranged caudad and the direction of the optical axis AX (it is in agreement with the optical axis IX of an illumination-light study system) is made into Z shaft orientations, and it is a both-sides telecentric rucksack here, and is used, a predetermined projection scale factor, for example, the contraction optical system which has 1/5 (or 1/4). [in / in said projection optics PL / drawing 1 and drawing 2 of a reticle stage 27] For this reason, if the lighting field IAR of Reticle R is illuminated by the illumination light IL from an illumination-light study system, the contraction image of the circuit pattern of Reticle R will be formed through projection optics PL on the wafer W with which the photoresist (sensitization material) was applied to the front face of the illumination light IL which passed this reticle R.

[0042] Said X-Y stage 20 is arranged at the lower part in drawing 1 of projection optics PL, and drawing 2, and vacuum adsorption of the wafer W as a sensitization substrate is carried out on this X-Y stage 20 through Z leveling stage, theta stage (all are illustration abbreviations), and wafer holder 20A. Z leveling stage is constituted possible [the drive of Z shaft orientations, and adjustment of the inclination to the Z-axis], and, as for theta stage, minute rotation of the circumference of the Z-axis is constituted possible. Therefore, Wafer W can be positioned in three dimension by X-Y stage 20, Z leveling stage, and theta stage.

[0043] X-Y stage 20 is constituted by the non-scanning direction (the direction of Y) perpendicular to a scanning direction movable, and performs step - and - scan actuation which repeat the actuation which carries out scan (scan) exposure of each shot field on Wafer W, and the actuation which move to the exposure starting position of the following shot so that two or more shot fields not only migration of a scanning direction (the direction of X) but on Wafer W may locate in the lighting field IAR and an exposure

field [****]. This X-Y stage 20 is driven in the XY two-dimensional direction by wafer stage mechanical components (illustration abbreviation), such as a motor.

[0044] The migration mirror 25 which reflects the laser beam from the wafer laser interferometer (henceforth a "wafer interferometer") 31 as a location measurement means in the edge of X-Y stage 20 is fixed, and the location in XY flat surface of X-Y stage 20 is always detected by the wafer interferometer 31 with the resolution of about 0.01 micrometers. Here, although Y migration mirror which has the reflector which intersects perpendicularly with X migration mirror which has the reflector which intersects perpendicularly with a scanning direction, and a non-scanning direction is formed on X-Y stage 20 in fact and laser interferometer 31Y for Y-axes as a location measurement means and laser interferometer 31X for the X-axes are prepared corresponding to this (refer to drawing 1 and drawing 5), these are typically shown by drawing 2 as the migration mirror 25 and a wafer interferometer 31. The positional information (or rate information) of X-Y stage 20 is inputted into the main control unit 22 through the stage controller 21 and this stage controller 21. The stage controller 21 controls X-Y stage 20 through a wafer stage mechanical component (illustration abbreviation) based on this positional information (or rate information).

[0045] Reticle R is illuminated in the lighting field IAR of the rectangle (the shape of a slit) which has a longitudinal direction in the perpendicular direction to the scanning direction (the direction of X) of Reticle R in the aligner 100 of this operation gestalt as shown in drawing 4, and Reticle R is a rate VR to the direction of -X at the time of exposure. It is scanned (scan). The lighting field IAR (a core is mostly in agreement with an optical axis AX) is projected on Wafer W through projection optics PL, and the slit-like projection field IA is formed. For Wafer W, since it has a handstand image formation relation, Wafer W is [Reticle R] a rate VR. Synchronizing with a direction, it is scanned by the opposite direction (the direction of +X) at a rate VW at Reticle R, and the whole surface of the shot field SA on Wafer W can be exposed. the ratio of a scan speed — VW/VR It is a thing according to the contraction scale factor of projection optics PL correctly, and the contraction imprint of the pattern of pattern space PA of Reticle R is correctly carried out on the shot field SA on Wafer W. That is, it does in this way and scan (scan) exposure is performed. The width of face of the longitudinal direction of the lighting field IAR is wider than pattern space PA on Reticle R, it is set up and the whole pattern space PA surface is illuminated by scanning (scan) so that it may become narrower than the maximum width of the protection-from-light field ST.

[0046] The alignment microscope 23 (about this, it mentions later) of the off-axis method as a detection means for detecting the location of the alignment mark (wafer mark) as a measurement mark attached to each shot field on Wafer W in the side face of return and projection optics PL is formed in drawing 2, and the measurement result of the alignment microscope 23 is supplied to the main control unit 22 which controls actuation of the whole equipment.

[0047] As said alignment microscope 23, the thing of an image-processing method is used with this operation gestalt. This alignment microscope 23 is constituted including image sensors, such as the light source which emits broadband illumination light, such as a halogen lamp, an objective lens, an index plate, and CCD, and the digital disposal circuit, the arithmetic circuit (all are illustration abbreviations), etc. After the illumination light emitted from the light source which constitutes this alignment microscope 23 passes the objective lens of the alignment microscope 23 interior, it irradiates on Wafer W, and the reflected light from the wafer mark field which is not illustrated [of that wafer W front face] carries out the sequential transparency of return, an objective lens, and the index plate to the alignment microscope 23 interior, and image formation of the image of a wafer mark and the image of the index on an index plate is carried out on image pick-up sides, such as CCD. The photo-electric-conversion signal of these images is processed by the digital disposal circuit, and the relative position of a wafer mark and an index is computed by the arithmetic circuit. This calculation result is supplied to the main control unit 22. In addition, although various the alignment approaches of Wafer W are proposed, they can be similarly used by other approaches.

[0048] Furthermore, the focal detection system of the oblique incidence method which changes from the exposure optical system 28 which supplies the image formation flux of light for forming a pinhole or a slit image towards the best image formation side of projection optics PL from the direction of slant to the optical-axis AX direction, and the light-receiving optical system 29 which receives the reflected light bundle in the front face of the wafer W of the image formation flux of light through a slit to the aligner 100

of this operation gestalt is prepared. This focal detection system (28 29) is supported through non-illustrated supporter material by the 1st column 24 shown in drawing 1 supporting projection optics PL in fact. About the configuration of this focal detection system (28 29), it is indicated by JP,60-168112,A, for example and the position error of the vertical direction (Z direction) over the image formation side on the front face of a wafer is detected, and since this detecting signal drives non-illustrated Z leveling stage to a Z direction so that Wafer W and projection optics PL may maintain predetermined spacing, it is used. The detection information from a focal detection system (28 29) is sent to the stage controller 21 through a main control unit 22. The stage controller 21 drives Z leveling stage to a Z direction based on this information.

[0049] Moreover, although illustration was omitted, with this operation gestalt, a horizontal position detection system which is indicated by JP,58-113706,A, for example is prepared, the inclination to the image formation side of the predetermined field on Wafer W is detected by this horizontal position detection system, and this detection information is sent to the stage controller 21 through a main control unit 22. The stage controller 21 carries out the inclination drive of the Z leveling stage based on this information.

[0050] In a main control unit 22, by the statistics operation using a least square method which is indicated by JP,61-44429,A using the measurement result of the location of the wafer mark measured under the alignment microscope 23 Compute the array of the shot field on Wafer W, and the shot field on Wafer W is moved to an exposure starting position through the stage controller 21 based on this calculation result. At the same time it carries out the synchronous scan of Reticle R and the wafer W A focal detection system (28 29), Making each shot field on Wafer W in agreement with the image formation side of projection optics PL by driving non-illustrated Z leveling stage based on the detection information on a non-illustrated horizontal position detection system The image which minded the projection optics PL of the pattern of Reticle R under the illumination light IL for the exposure from an illumination system 3 is imprinted to the shot field of Wafer W. By repeating such actuation, each shot field on Wafer W is exposed by step - and - scanning method.

[0051] Return and said 1st column 24 touch drawing 1 on a surface plate 6 by the four legs 24a-24d (however, not shown [24d of legs by the side of the space back] in drawing 1). The acceleration sensor 5Z1 as a sway sensor which detects the acceleration of the Z direction of the 1st column 24 in the edge of the direction of +Y of the top face of the superior lamella of this 1st column 24, and 5Z2 And the acceleration sensor 5Y1 which detects the acceleration of the direction of Y of the 1st column 24 and 5Y2 It is prepared. Moreover, acceleration sensor 5Z3 as a sway sensor which detects the acceleration of the Z direction of the 1st column 24 in the edge of the direction of +X of the top face of the superior lamella of this 1st column 24 And acceleration-sensor 5X which detects the acceleration of the direction of X of the 1st column 24 is prepared. As these acceleration sensors 5Z1, 5Z2, 5Z3, 5Y1, 5Y2, and 5X, the semi-conductor type acceleration sensor of a piezoresistance-condenser mold or an electrostatic-capacity mold is used, for example. The output of these acceleration sensors 5Z1, 5Z2, 5Z3, 5Y1, 5Y2, and 5X is also inputted into the control unit 11 (refer to an illustration abbreviation, drawing 3 , and drawing 5 in drawing 1).

[0052] moreover, in the location which counters the side face of the direction of -X by the direction edge side of +Y of the superior lamella of the 1st column 24 the Z direction of the 1st column 24 -- the displacement sensor 10Z1 which detects a variation rate, and displacement sensor 10Y1 which detects the variation rate of the direction of Y of the 1st column 24 Displacement-sensor 10A which is unified and changes is arranged. the location which counters the side face of the direction of +X by the direction edge side of +Y of the superior lamella of the 1st column 24 -- the Z direction of the 1st column 24 -- the displacement sensor 10Z2 which detects a variation rate, and displacement sensor 10Y2 which detects the variation rate of the direction of Y of the 1st column 24 Displacement-sensor 10B which is unified and changes is arranged. the location which counters the side face of the direction of +X by the direction edge side of -Y of the superior lamella of the 1st column 24 -- the Z direction of the 1st column 24 -- the displacement sensor 10Z3 which detects a variation rate, and displacement-sensor which displacement-sensor 10X which detects variation rate of direction of X of 1st column 24 is unified, and changes 10C are arranged.

[0053] here -- as a displacement sensor 10Z1, 10Z2, 10Z3, 10Y1, 10Y2, and 10X -- for example, an electrostatic-capacity type sensor and an eddy current -- a variation rate -- a sensor is used. According

to the former electrostatic-capacity type sensor, the distance between a sensor and a measuring object is detected by non-contact using electrostatic capacity being in inverse proportion to the electrode of a sensor, and the distance between measuring object objects (metal plate which is not illustrated here). Moreover, if according to the latter eddy current displacement sensor alternating voltage is applied to the coil beforehand wound around the insulator and it brings close to the measuring object which consists of a conductive ingredient (conductor) The field which an eddy current generates in a conductor by the alternating current field made with the coil, and is generated according to this eddy current It is the field and hard flow which were made by the current of a coil, and these two fields overlap, the output of a coil is affected, and the current strength and the phase which flow in a coil change. Since this change becomes so large that an object is close to a coil and it becomes so small that it is conversely far, the target location and a variation rate can be known by taking out an electrical signal from a coil. In addition, if it is made the configuration which can prevent the effect of background light, it is also possible to use PSD (semi-conductor light position transducer) as a displacement sensor.

[0054] The output of a displacement sensor 10Y1, 10Y2, 10Z1, 10Z2, 10Z3, and 10X is also supplied to the control unit 11 (refer to an illustration abbreviation, drawing 3 , and drawing 5 in drawing 1).

[0055] It is attached between stanchion 35A of the portal with which actuator 32A was fixed to the side face of the direction of +X of the 1st column 24 by the plinth 2. Actuator 32A can consist of stator 34A fixed to stanchion 35A, and needle 33A attached in the 1st column 24 like the actuators 7A-7C mentioned above, and can give the force now in the **X direction to the 1st column 24 by adjusting the current which flows in the coil in needle 33A from a control unit 11. Similarly, Needles 33B and 33C are attached in two top faces of the 1st column 24, and the stators 34B and 34C which constitute Actuators 32B and 32C with these needles 33B and 33C, respectively are being fixed to the stanchions 35A and 35B fixed to the plinth 2, respectively. The force of **Y direction can be given now to the 1st column 24 by adjusting the current which flows in the coil in needle 33B and 33C from a control unit 11 also in Actuators 32B and 32C like actuator 32A. It mentions later also about the control approach of Actuators 32A-32C by the control device 11.

[0056] Here, adjustment of the height of the surface plate 6 at the time of installation of an aligner 100 and level level is explained, referring to drawing 3 . a displacement sensor 10Z1, 10Z2, and 10Z3 A variation rate (height) is told to a control device 11, and it is based on these data. the Z direction of the measured surface plate 6 -- in a control device 11 While making the height of a surface plate 6 into the value set up beforehand, in order to maintain level level, the flow rate of the air supplied to each vibration removal pad through three pneumatics control circuits 37A-37C is controlled, and the height of 4A-4D is set as a vibration removal pad at each height. Then, the height of the vibration removal pads 4A-4D is maintained by each set point. Thereby, distortion does not arise in a surface plate 6 and the positioning accuracy of X-Y stage 20 on a surface plate 6 etc. is maintained with high precision.

[0057] The exposure body section 40 (refer to drawing 5) is constituted from an aligner 100 of this operation gestalt by a surface plate 6, X-Y stage 20, wafer holder 20A, the 1st column 24, projection optics PL, the 2nd column 26, and reticle stage 27 grade.

[0058] Next, the control system of the actuators 7A-7D for the vibration removal of this exposure body section 40, 32A-32C, and the vibration removal pads 4A-4D is explained centering on a control device 11 based on the block diagram of drawing 5 .

[0059] A control unit 11 A displacement sensor 10Z1, 10Z2, and 10Z3, 10Y1, 10Y2, 10X and an acceleration sensor 5Z1, and 5Z2, It has the oscillating control system as the 1st control system which carries out drive control of the actuators 7A, 7B, 7C, 7D, 32A, 32B, and 32C so that vibration of the exposure body section 40 which contains a surface plate 6 based on the output of 5Z3, 5Y1, 5Y2, and 5X may be controlled.

[0060] When this is explained further in full detail, an oscillating control system A displacement sensor 10Z1 and 10Z2, It inputs respectively through the A/D converter which does not illustrate the output of 10Z3, 10Y1, 10Y2, and 10X. the variation rate of the 6 degree-of-freedom directions (X, Y, Z, Xtheta, Ytheta, Ztheta: refer to drawing 1) of the center of gravity G of the exposure body section 40 -- with the 1st coordinate transformation section 42 changed into an amount (x, y, z and thetax, thetay, and thetaz) this 1st coordinate transformation section 42 -- the variation rate of the 6 degree-of-freedom directions of the center of gravity after conversion -- an amount (x --) the desired value (x0 --) of the center-of-gravity location of the 6 degree-of-freedom directions into which y, z, thetax, thetay, and thetaz are

inputted from the desired value output section 44 from y_0 , z_0 , θ_{x0} , θ_{y0} , and θ_{z0} -- respectively -- reducing -- the position error ($\Delta x = x_0 - x$ --) of each direction of six degrees of freedom $\Delta y = y_0 - y$ and $\Delta z = z_0 - z$ and $\Delta \theta_x = \theta_{x0} - \theta_x$ and $\Delta \theta_y = \theta_{y0} - \theta_y$ and $\Delta \theta_z$ With six subtractors 46a-46f which compute $\theta_{z0} - \theta_z$, respectively position errors Δx , Δy , Δz , and $\Delta \theta_x$ of each direction of six degrees of freedom $\Delta \theta_y$ The location controllers XPI, YPI, and ZPI of each direction of six degrees of freedom which consist of PI controller which performs control action by making $\Delta \theta_z$ into an actuating signal, $X_{\theta PI}$, $Y_{\theta PI}$, and $Z_{\theta PI}$, An acceleration sensor 5Z1, 5Z2, 5Z3, 5Y1, and 5Y2, it inputting respectively through the A/D converter which does not illustrate the output of 5X, and with the 2nd coordinate transformation section 48 changed into the acceleration (x -- " -- y -- " -- z -- " -- θ_x -- x -- " -- θ_y -- y -- " -- θ_z -- z -- ") of the 6 degree-of-freedom directions of a center of gravity G In this 2nd coordinate transformation section 48, acceleration x'' of the 6 degree-of-freedom directions of the center of gravity G after conversion, y -- " -- z -- " -- θ_x -- x -- " -- θ_y -- y -- " -- θ_z -- z -- " -- respectively -- finding the integral -- each -- a direction -- a center of gravity -- G -- a rate -- x -- ' -- y -- ' -- z -- ' -- θ_x -- x -- ' -- θ_y -- y -- ' -- θ_z -- z -- ' -- changing -- six -- a ** -- an integrator -- 50 -- a -- 50 -- f -- a location -- a controller -- XPI -- YPI -- ZPI -- $X_{\theta PI}$ -- $Y_{\theta PI}$ -- $Z_{\theta PI}$ -- an output -- a rate -- a command -- a value -- x -- zero -- ' -- y -- zero -- ' -- z -- zero -- ' -- θ_x -- x -- zero -- ' -- θ_y -- y -- zero -- ' -- θ_z -- z -- zero -- ' -- respectively -- changing -- a speed conversion -- gain -- 52 -- a -- 52 -- f -- this -- conversion -- the back -- a rate -- a command -- a value -- x -- zero -- ' -- y -- zero -- ' -- z -- zero -- ' -- θ_x -- x -- zero -- ' -- θ_y -- y -- zero -- ' -- θ_z -- z -- zero -- ' -- from -- an integrator -- 50 -- a -- 50 -- f -- an output -- x -- ' -- y -- ' -- z -- ' -- θ_x , θ_y , and θ_z -- ' -- respectively -- reducing -- the velocity error ($\Delta x' = x_0' - x'$ --) of each direction of the 6 degree-of-freedom directions $\Delta y' = y_0' - y'$, $\Delta z' = z_0' - z'$, and $\Delta \theta_x' = \theta_{x0}' - \theta_x'$ and $\Delta \theta_y' = \theta_{y0}' - \theta_y'$ and $\Delta \theta_z' = \theta_{z0}' - \theta_z'$ with six subtractors 54a-54f which compute ' θ_z' six -- degrees of freedom -- each -- a direction -- a velocity error -- Δx -- ' -- Δy -- ' -- Δz -- ' -- $\Delta \theta_x$ -- ' -- $\Delta \theta_y$ The rate controllers VXPI, VYPI, and VZPI of each direction of six degrees of freedom which consist of 'and PI controller which performs control action by making $\Delta \theta_z'$ into an actuating signal, $VX_{\theta PI}$, $VY_{\theta PI}$, and $VZ_{\theta PI}$, The non-interfering count section 56 which performs the non-interfering operation for changing the amount of speed control of each direction of six degrees of freedom calculated by these controllers into the rate command value which should be generated in the location of each actuator, It has the thrust gain 58a-58g which changes the rate command value which should be generated in this non-interfering count section 56 in the location of each actuator after conversion into the thrust which should be generated with each actuator, respectively.

[0061] That is, the oscillating control system of this operation gestalt is the multiplex loop-formation control system which has the speed-control loop formation constituted including an acceleration sensor, an integrator, a rate controller, etc. as the inner looping inside the position control loop formation constituted including a displacement sensor, a location controller, etc.

[0062] In addition, with the equipment 100 of this operation gestalt, the desired value output section 44 consists of microcomputers, and sets up for every mode of operation, such as exposure, alignment, and loading, in this desired value output section 44, without making uniform the target set point and a target setting range (this is explained in full detail behind).

[0063] Moreover, it sets in this operation gestalt and said non-interfering count section 56 is a displacement sensor 10Z1, 10Z2, and 10Z3. Based on the output, the inclination of the surface plate 6 produced with migration of X-Y stage 20 and a reticle stage 27 was calculated, and it also has the function which amends the inclination. When this is explained further in full detail, in this non-interfering count section 56 The regular displacement sensor 10Z1, 10Z2, and 10Z3 By carrying out the monitor of the output directly Calculate the inclination of a surface plate 6 (detecting) and the 1st thru/or 3rd pneumatics control circuit 37A-37C which constitutes the pneumatics control section 37 so that the vibration removal pads 4A-4D may amend the inclination of a surface plate 6 is controlled. It also has the function for which it is made for the rate command value which should be generated with the actuators 7A-7D obtained as a result of the non-interfering count mentioned above not to exceed a predetermined value.

[0064] Furthermore, with the equipment 100 of this operation gestalt, the feedforward input of the output of the scanning counter 66 is carried out at the oscillating control system through the adder 68 formed in the output stage of the rate controller VXPI of the direction of X. Although the synchronous scan of a reticle stage 27 and X-Y stage 20 is mutually carried out to a scanning direction, i.e., X shaft orientations, in the aligner 100 of this operation gestalt at the reverse sense in case the shot on Wafer W is exposed A reticle stage 27 the movable range of the reticle stage 27 concerned from an edge to an edge once per shot In this case, the inverse number twice of the contraction scale factor of the projection optics PL of the rate of X-Y stage 20 From moving at the rate of (for example, 4 times or 5 times), and moreover exposure being performed only in a constant-speed region A reticle stage 27 maintains acceleration and ** target rate from ** idle state to a target rate. ** Three state transitions of moderation will be performed from a target rate to a idle state, the big reaction force to immediately after [migration initiation of a stage 27] ** and ** just before a halt acts on a surface plate 6 through the 2nd column 26, and vibration arises in the exposure body section 40 containing a surface plate 6. Then, with the scanning counter 66, the feedforward input of the command value of the acceleration of a reticle stage 27 and the reaction force of the reverse sense tends to be carried out at an oscillating control system, and it is going to control the vibration immediately after migration initiation of the above-mentioned stage 27, and in front of a halt.

[0065] Next, the pneumatics control section 37 for controlling the height of the vibration removal pads 4A-4D is explained using drawing 6.

[0066] This pneumatics control section 37 has the 1st thru/or 3rd pneumatics control circuit 37A-37C connected to the exhaust air way 120, respectively while connecting with the air-supply way 110 through a hand valve 101, respectively. A hand valve 101 is a bulb for making a supply pressure into ON-OFF manually.

[0067] Said 1st pneumatics control circuit 37A is a circuit for controlling the flow rate of the air supplied to vibration removal pad 4D of the drawing 3 space left back side, and has 1st circuit 38a in parallel with mutual, and 2nd circuit 38b. Regulator 102A to which 1st circuit 38a sets the pressure by the side of air supply, Pressure-sensor 104A which detects the pressure in the air conduit set up by this regulator 102A, Fixed diaphragm 106A by the side of two drawing arranged in the air conduit in which this pressure-sensor 104A was prepared, i.e., jogging, and SUPIKON 105A by the side of a coarse adjustment, It is arranged in 3 port solenoid-valve 107A which changes fixed diaphragm 106A and SUPIKON 105A (it is alternatively made an ON state), fixed diaphragm 106 of this solenoid-valve 107A A, and the opposite side, and has 2 port solenoid-valve 108A which turns the air conduit concerned itself on and off. Regulator 102a to which 2nd circuit 38b sets the pressure of an exhaust side similarly, Pressure-sensor 104a which detects the pressure in the air conduit set up by this regulator 102a, Fixed diaphragm 106a by the side of two drawing arranged in the air conduit in which this pressure-sensor 104a was prepared, i.e., jogging, and SUPIKON 105a by the side of a coarse adjustment, It is arranged in 3 port solenoid-valve 107a which changes fixed diaphragm 106a and SUPIKON 105a, fixed diaphragm 106 of this solenoid-valve 107a a, and the opposite side, and has 2 port solenoid-valve 108a which turns the air conduit itself [concerned] on and off. Pressure-sensor 103A which detects the supply pressure of 1st pneumatics control circuit 37A is prepared in the juncture of 1st circuit 38a and 2nd circuit 38b.

[0068] Here, the fixed diaphragms 106A and 106a are what prepared the detailed hole in hard materials, such as stainless steel or a ruby, by laser beam machining etc., and although the thing like phi300micrometer is used from phi50micrometer, the aperture may be replaced with this and may use a variable aperture like a precision needle valve (in the 2nd of the following, and the 3rd pneumatics control circuit, it is the same).

[0069] The flow rate of the air supplied and exhausted by vibration removal pad 4D The pressure ratio of the effective sectional area of each drawing, 1st circuit (air-supply side circuit) 38a, and 1st pneumatics control circuit 37A, Since it is determined by the pressure ratio of 2nd circuit (exhaust side circuit) 38b and 1st pneumatics control circuit 37A A setup to arbitration of a flow rate is attained by the fixed diaphragms 106A and 106a by the side of a setup of the pressure by Regulators 102A and 102a, and jogging, and the change of SUPIKON 105A and 105a by the side of a coarse adjustment.

[0070] 2nd pressure-control-circuit 37B also has 3rd circuit 39a in parallel with mutual, and 4th circuit 39b, and, as for 3rd circuit 39a, has regulator 102B, pressure-sensor 104B, fixed diaphragm 106B by the side of jogging, SUPIKON105B by the side of a coarse adjustment, 3 port solenoid-valve 107B, and 2 port

solenoid-valve 108B. [as well as 1st pressure-control-circuit 37A] Moreover, 4th circuit 39b has regulator 102b, pressure-sensor 104b, fixed diaphragm 106b by the side of jogging, SUPIKON105b by the side of a coarse adjustment, 3 port solenoid-valve 107b, and 2 port solenoid-valve 108b. Moreover, pressure-sensor 103B which detects the supply pressure of 2nd pneumatics control circuit 37B is prepared in the juncture of 3rd circuit 39a and 4th circuit 39b.

[0071] Like [3rd pressure-control-circuit 37C] 1st pressure-control-circuit 37A, it has 5th circuit 40a in parallel with mutual, and 6th circuit 40b, and 5th circuit 40a has regulator 102C, pressure-sensor 104C, fixed diaphragm 106C by the side of jogging, SUPIKON 105C by the side of a coarse adjustment, 3 port solenoid-valve solenoid-valve 107C, and 2 port solenoid-valve 108C. Moreover, 6th circuit 40b has regulator 102c, pressure-sensor 104c, fixed diaphragm 106c by the side of jogging, SUPIKON105c by the side of a coarse adjustment, 3 port solenoid-valve 107c, and 2 port solenoid-valve 108c. Moreover, pressure-sensor 103C which detects the supply pressure of 3rd pneumatics control circuit 37C is prepared in the juncture of 5th circuit 40a and 6th circuit 40b.

[0072] Also in the 2nd and 3rd pneumatics control circuit 37B and 37C, a flow rate can be set as arbitration by a setup of the pressure by the regulator, a fixed diaphragm, and the change of SUPIKON like 1st pneumatics control circuit 37A.

[0073] Moreover, although the case where it was controlled by the same pneumatics network among four vibration removal pads, front two pieces 4A and 4B, i.e., vibration removal pads, was illustrated in drawing 6 In the pneumatics control section 37, the trajectory which supplies air to the vibration removal pads 4A-4D as an approach (put together) of connecting those with three line, and the pneumatics control circuit of each network to the vibration removal pads 4A-4D As shown in drawing 7 (A), drawing 7 (B), and drawing 7 (C), various deformation is possible, and it is possible by choosing these either according to the center-of-gravity location of the exposure body section 40, and arrangement of the vibration removal pads 4A-4D to change the controllability of the amount of inclinations of the exposure body section 40 into the optimal condition.

[0074] Moreover, each internal pressure of the vibration removal pads 4A-4D which support the exposure body section 40 is decided by the weight of the exposure body section 40, the center-of-gravity location, and arrangement of the vibration removal pads 4A-4D. Moreover, when it is in the height and level to which the exposure body section 40 was set, it can act as the monitor of the pressure required for the vibration removal pads 4A-4D with pressure sensors 103A, 103B, and 103C.

[0075] Next, the adjustment approach of the air flow rate supplied to a vibration removal pad is explained.

[0076] Based on a pressure required for the vibration removal pads 4A-4D which become settled as a premise according to the weight of the exposure body section 40, a center-of-gravity location, and arrangement of the vibration removal pads 4A-4D, the fixed diaphragms 106A, 106B, and 106C, and 106a, 106b and 106c shall be selected.

[0077] According to the target supply pressure to each vibration removal pad, Regulators 102A, 102B, and 102C, and 102a, 102b and 102c are adjusted. Although hydrometry may be performed in the case of this adjustment, with this operation gestalt with a displacement sensor 10Z1, 10Z2, 10Z3, the non-interfering count section 56 of the control unit 11 interior, the pneumatics control section 37, and the vibration removal pads 4A-4D Since all or the position control loop formation amended in part is constituted in the inclination of a surface plate 6, it is a displacement sensor 10Z1, 10Z2, and 10Z3. Based on an output, the height change rate of the vibration removal pads 4A-4D is found. In addition, in the case of adjustment of Regulators 102A, 102B, and 102C, and 102a, 102b and 102c, it is good to follow pressure sensors 104A, 104B, and 104C and the monitor value of 104a, 104b, and 104c as a guide.

[0078] Next, adjustment of SUPIKON 105A, 105B, and 105C, and 105a, 105b and 105c is performed, and the flow rate by the side of a coarse adjustment is determined.

[0079] According to the pneumatics control section 37 constituted as mentioned above, it becomes possible to set the gain of the position control loop formation of the surface plate 6 as a shock absorbing desk as the condition of the arbitration of two kinds of height by switching the control of flow of the air supplied to the vibration removal pads 4A-4D to two lines, a coarse adjustment and jogging.

[0080] Next, the setting approach of the control mode according to the equipment mode of operation relevant to migration of X-Y stage 20 in the desired value output section 44 as a setting means concerning this operation gestalt is explained. Although the above-mentioned equipment mode of operation says each mode of operation, such as the exposure and alignment which are mentioned later,

and loading, here, this is a part of mode of operation of the mobile concerning this invention. With this operation gestalt, the desired value output section 44 sets up the control mode of the exposure body section 40 containing a surface plate 6 by changing both the target set point, and target both [one side or] for every mode of operation. Here, setting up the target set point and a target setting range is based on the following reasons for every mode of operation.

[0081] That is, if the inclination of the exposure body section 40 is taken for an example, since excimer laser is used as the light source 1 with this operation gestalt, the light source 1 has become every exception with the exposure body section 40, and even if the exposure body section 40 inclines, since the light source 1 does not incline, if this is left, deviation will come to produce it in the exposure location of exposure light by the inclination of the exposure body section 40. Therefore, the exposure body section 40 containing a surface plate 6 is maintained into a predetermined basic posture (usually level), and it is necessary to make it the exposure location of exposure light become always fixed in the case of exposure actuation. on the other hand, in the case of the alignment actuation which measures an alignment mark Since the light source for alignment microscope 23 is usually prepared in the exposure body section 40 in one If the exposure body section 40 inclines, since the light source for alignment microscope 23 in one also inclines with this If it originates only in the inclination of the exposure body section 40, there is no possibility that an error may arise in measurement of the alignment mark location under the alignment microscope 23, and it is not necessary to necessarily return the exposure body section 40 to the above-mentioned basic posture in this case. Moreover, it is sufficient if the exposure body section 40 is maintained [be / it / under / Wafer W and delivery operating-time / of Reticle R / restricting] at the fixed posture at the time of loading actuation of Reticle R and Wafer W. Therefore, if the target set point is set up for every actuation, it can prevent that the drive of the height adjustment of the vibration removal pads 4A-4D, Actuators 7A-7D, and 32A-32C is performed beyond the need.

[0082] moreover -- since target setting ranges (allowable error) also differ for every above-mentioned actuation with a natural thing -- this -- uniformly -- ** -- if it does not carry out but will set, respectively -- a result -- a target -- more than [need] -- the drive of an actuator is avoidable.

[0083] How to appoint a setup of the control mode for every mode of operation by the desired value output section 44, i.e., the target set point, and a target setting range here is explained concretely.

[0084] ** Exposure mode of operation (the 1st mode)

The target set point carries out coordinate transformation of the setting range of each displacement sensor according to the value ($X**\delta X$, $Y**\delta Y$, $Z**\delta Z$, $X\theta**\delta X\theta$, $Y\theta**\delta Y\theta$, $Z\theta**\delta Z\theta$) of a location gap permissible by the shot position of the light source 1, and an include-angle gap, and asks for it. for example, Mitsuhara 1 is different from the exposure body section 40 -- every -- it is -- a case -- $X=Y=Z=X\theta=Y\theta=Z\theta=$ -- it is referred to as 0 and amendment is always applied about inclination of the exposure body section 40. A target setting range is determined based on an allowed value required to secure light exposure. And in the desired value output section 44, the desired value of six degrees of freedom with the width of face of the target setting range centering on this target set point is outputted.

[0085] ** Alignment mode of operation (the 2nd mode)

When the light source for alignment is prepared in the exposure body section 40 in one, it is not necessary to amend the amount of inclinations, and what is necessary will be to control only vibration, as mentioned above. Therefore, in the desired value output section 44, the value of X, Y, Z, $X\theta$, $Y\theta$, and $Z\theta$ is made into the forecast in the halt location of X-Y stage 20 at the time of performing alignment actuation, and a target setting range determines it based on oscillating width of face required to secure alignment precision.

[0086] The amount 4A, 4B, 4C, and 4D of inclinations of the surface plate 6 which will be the requisite for the decision of the above-mentioned forecast here, i.e., vibration removal pads, sinks, and it is an amount $\delta 1$, $\delta 2$, $\delta 3$, and $\delta 4$. The calculation approach is explained. Here, it explains taking the case of the case where the vibration removal pads 4A-4D have been arranged by physical relationship as shown in drawing 8, the reticle stage (mass: M1) moved to the location of (r, 0) of wafer stage system of coordinates, Y stage (mass: M2) moved to the location of (q, p), and X stage (mass: M3) moves to the location of (q, 0).

[0087] In this case, it is the force of acting on the vibration removal pads 4A, 4B, 4C, and 4D by migration of the center-of-gravity location of the exposure body section 40 by migration of each stage, respectively

f1, f2, f3, and f4 When it carries out, these force can be expressed as follows.

[0088]

[Equation 1]

$$f_1 = -\frac{M_2 P}{2(c+d)} g - \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

$$f_2 = \frac{M_2 P}{2(c+d)} g - \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

$$f_3 = \frac{M_2 P}{2(c+d)} g + \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

$$f_4 = -\frac{M_2 P}{2(c+d)} g + \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

[0089] Thus, the force f1 of acting on the vibration removal pads 4A-4D by migration of a center-of-gravity location based on the migration command value of each stage, and the weight of each stage, f2, f3, and f4 It asks.

[0090] Moreover, since the spring constant of a vibration removal pad changes according to the pressure value in a vibration removal pad, it can be calculated from the value of the pressure sensors 103A, 103B, and 103C mentioned above. Therefore, it is the spring constant (function of internal pressure P) of the vibration removal pads 4A, 4B, 4C, and 4D, respectively K1, K2, K3, and K4 When it carries out, the vibration removal pads 4A, 4B, 4C, and 4D sink, and it is an amount delta 1, delta 2, delta 3, and delta 4. It is as follows.

[0091]

[Equation 2]

$$\delta_1 = \frac{f_1}{K_1(P)}$$

$$\delta_2 = \frac{f_2}{K_2(P)}$$

$$\delta_3 = \frac{f_3}{K_3(P)}$$

$$\delta_4 = \frac{f_4}{K_4(P)}$$

[0092] In the desired value output section 44, therefore, at the time of an alignment mode of operation The migration command value and pressure-sensor 103A of each stage from the non-illustrated main computer, Based on the value of 103B and 103C, it sinks using (several 1) and (several 2), amounts delta1, delta2, delta3, and delta4 are calculated, the inclination of a surface plate 6 is predicted, and the target set points X, Y, and Z whose final inclinations correspond with this forecast, Xtheta, Ytheta, and Ztheta are defined. And in the desired value output section 44, the desired value of six degrees of freedom with the width of face of the target setting range centering on this target set point is outputted.

[0093] ** Loading mode of operation (the 3rd mode)

In this case, X-Y stage 20 (or reticle stage 27) moves to the delivery location of a predetermined wafer (or reticle), and should just be maintained [be / it / under / delivery operating-time / of a wafer (or reticle) / restricting] at the fixed posture. Therefore, in the desired value output section 44, the value of X, Y, Z, Xtheta, Ytheta, and Ztheta is made into the constant value calculated from the halt location of X-Y stage 20 (or reticle stage 27) at the time of delivery actuation of a wafer (or reticle), and sets up a target setting range based on an allowed value required to secure delivery precision. And in the desired value output section 44, the desired value of six degrees of freedom with the width of face of the target setting range centering on the target set point is outputted.

[0094] Next, the operation in the case of scanning exposure of the aligner 100 constituted as mentioned

above (at the time of the 1st mode) is explained.

[0095] If an exposure mode-of-operation initiation command is made from the non-illustrated main computer, scanning exposure will be started by the main control unit 22 and the stage controller 21. Under the present circumstances, in the desired value output section 44, the desired value of six degrees of freedom with the width of face of the target setting range centering on the target set point in the exposure mode of operation mentioned above is outputted.

[0096] Although the exposure body section 40 which the center of gravity of the exposure body section 40 moves, and contains a surface plate 6 inclines if X-Y stage 20 and a reticle stage 27 are scanned in accordance with X shaft orientations in the case of this scanning exposure. The displacement sensor 10Z1 at this time, 10Z2, and 10Z3. The non-interfering count section 56 from which an output constitutes a control unit 11 is supplied. Moreover, the output of a displacement sensor 10Z1, 10Z2, 10Z3, 10Y1, 10Y2, 10X and an acceleration sensor 5Z1, 5Z2, 5Z3, 5Y1, 5Y2, and 5X is also supplied to the oscillating control system of a control unit 11.

[0097] At the non-interfering count section 56, it is a displacement sensor 10Z1, 10Z2, and 10Z3. In order to calculate the inclination of a surface plate 6 based on an output and to amend this inclination, the flow rate of the air supplied to the vibration removal pads 4A-4D is controlled. In this case, in the non-interfering count section 56, while switching gain mentioned above and making high responsibility of height control of the vibration removal pads 4A-4D, a neutral zone is made small and sufficient convergency is secured.

[0098] Thereby, the inclination of the exposure body section 40 which contains a surface plate 6 with the vibration removal pads 4A-4D mostly (or all) comes to be amended promptly. Moreover, the vibration accompanying center-of-gravity migration of the exposure body section 40 by migration of stages 20 and 27. A displacement sensor 10Z1, 10Z2, 10Z3, 10Y1, and 10Y2, Based on the output of 10X and an acceleration sensor 5Z1, 5Z2, 5Z3, 5Y1, 5Y2, and 5X, drive control of the actuators 7A, 7B, 7C, 7D, 32A, 32B, and 32C is carried out by the control device 11, and it is controlled effectively. In this case, the remainder of the inclination of the exposure body section 40 containing a surface plate 6 is amended by Actuators 7A, 7B, 7C, and 7D.

[0099] Therefore, vibration of the exposure body section 40 containing a surface plate 6 is controlled effectively, without being influenced [most] by center-of-gravity migration of the exposure body section 40 by migration of stages 20 and 27. Moreover, since most amounts of inclinations of a surface plate 6 are amended by control of the air flow rate supplied to the vibration removal pads 4A-4D. It compares, when only Actuators 7A, 7B, 7C, and 7D also amend the inclination with vibration of the exposure body section 40. The thrust needed for Actuators 7A, 7B, 7C, and 7D is controlled, the current which flows by this in the coil of the needle of Actuators 7A, 7B, 7C, and 7D serves as necessary minimum, and it becomes possible to control calorific value remarkably. Therefore, the temperature change of the environment where the aligner 100 was placed is controlled.

[0100] Next, the operation at the time of an alignment mode of operation is explained.

[0101] In this case, in the desired value output section 44, it carries out as [mentioned / non-illustrated the command of the alignment mode of operation from the main computer and a stage location command / above / received and], and the desired value of six degrees of freedom with the width of face of the target setting range centering on the target set point at the time of an alignment mode of operation is outputted. It is made by this to be the same as that of the time of the above-mentioned exposure actuation. A displacement sensor 10Z1, 10Z2, 10Z3, 10Y1, 10Y2, 10X, and an acceleration sensor 5Z1, 5Z2, 5Z3, 5Y1, 5Y2, and 5X, drive control of the actuators 7A, 7B, 7C, 7D, 32A, 32B, and 32C is carried out by the control device 11, and the vibration accompanying center-of-gravity migration of the exposure body section 40 by migration of X-Y stage 20 is controlled effectively. However, since the desired value defined based on the value which predicted the inclination of the surface plate 6 produced by migration of X-Y stage 20 in the coordinate location where it was ordered as desired value in this case is outputted, in order to be this inclination amendment, it is necessary to hardly perform the drive of the vibration removal pads 4A-4D and Actuators 7A-7D, and it becomes possible to control further the calorific value of Actuators 7A-7D as a result.

[0102] At the time of a loading mode of operation, the desired value of six degrees of freedom with the width of face of the target setting range centering on the target set point at the time of the loading mode mentioned above is outputted. Furthermore, by the oscillating control system of a control unit 11, and the

non-interfering count section 56 Actuators 7A-7D, 32A-32C, and the pneumatics control circuits 37A-37C are controlled, and the exposure body section is maintained at a fixed posture among the delivery operating time of a wafer (or reticle).

[0103] The 2nd control system is constituted from this operation gestalt by the non-interfering count section 56 and the pneumatics control section 37 (pneumatics control circuits 37A-37C) so that clearly from old explanation.

[0104] As explained above, the control mode of the exposure body section 40 which contains a surface plate 6 according to an equipment mode of operation by the desired value output section 44 is set up, and, according to this operation gestalt, oscillating control and position control of the exposure body section 40 are performed by controlling two or more actuators based on the output of a displacement sensor and a sway sensor according to this set-up control mode with a control unit (oscillating control system) 11. Therefore, while the target set point and the target setting range of oscillating control and position control come out uniformly and the control action of the efficient actuator according to an equipment mode of operation of them becomes possible compared with a certain case like before, the positioning settling time of X-Y stage 20 also becomes possible [making it the suitable thing according to a mode of operation], for example. Moreover, since it is set as the control mode to which a target setting range becomes large according to a mode of operation when the allowable error of vibration may be large, the drive of the actuator beyond the need can be avoided and it is also possible for this to prevent unnecessary generation of heat of an actuator.

[0105] Moreover, when a surface plate 6 inclines by migration of X-Y stage 20 and a reticle stage 27 It is a displacement sensor 10Z1 to 10Z3 by the non-interfering count section 56. Based on an output, three pneumatics control circuits 37A-37C drive. From all or a part of the amount of inclinations of a surface plate 6 produced by migration of X-Y stage 20 and a reticle stage 27 being amended Even if a mode of operation is exposure mode and it is the case where $X=Y=Z$ $\theta_X=\theta_Y=\theta_Z=0$ is set up as the target set point It becomes possible to reduce sharply the amount of drives of the actuators 7A-7D for returning a surface plate 6 to the original posture, and it becomes possible to prevent unnecessary generation of heat of the part actuators 7A-7D.

[0106] Moreover, at the time of an alignment mode of operation, before X-Y stage 20 actually starts migration, the amount of inclinations according to the migration command value of X-Y stage 20 is predicted by the desired value output section 44. Since the target set point (it relates to the inclination of a surface plate 6) is set up so that the amount of inclinations of a surface plate 6 may be in agreement with the prediction result, when X-Y stage 20 moves to the location corresponding to a migration command value It is not necessary to drive Actuators 7A-7D, and 32A-32C for the attitude control (mainly inclination control) of a surface plate 6, and a control device (the 1st control system) 11 is sufficient if it drives only for oscillating control. Therefore, the amount of drives of an actuator is reduced remarkably and calorific value is controlled further.

[0107] According to this operation gestalt, thus, by setting up the position control command value of the exposure body section 40 for every mode of operation Efficient control of Actuators 7A-7D, and 32A-32C is attained. [required in order to acquire the optimal position control responsibility and to perform amendment and vibration deadening of the amount of inclinations] It becomes possible to stop the vibration removal pads 4A-4D and Actuators 7A-7D, and the amount of drives of 32A-32C to the minimum, and enables this to suppress the effect to environmental temperature to the minimum.

[0108] Moreover, the vibration immediately after migration initiation of the reticle stage 27 in the case of scanning exposure and in front of a halt is also controlled by the feedforward input of the command value from the scanning counter 66.

[0109] in addition -- although the above-mentioned operation gestalt explained the case where the vibration removal equipment concerning this invention was applied to the projection aligner of the scan exposure mold of step -- and -- scanning method -- the vibration removal equipment of not only this but this invention -- projection aligners, such as a stepper, -- of course -- in addition -- if it is that to which mobiles, such as a stage, move a shock absorbing desk top It is suitably applicable. In the case of the above-mentioned stepper, since the stage has stopped at the time of exposure, the scanning counter is unnecessary.

[0110] Moreover, although the above-mentioned operation gestalt explained the case where the shake of the 6 degree-of-freedom directions of the exposure object headquarters 40 was controlled using seven

actuators and four vibration removal pads, in order that this invention may not be limited to this and may amend the inclination of a surface plate (shock absorbing desk), there should just be at least three actuators of a Z direction also about at least three and a vibration removal pad.

[0111]

[Effect of the Invention] As explained above, according to invention given in claims 1 and 2, there is outstanding effectiveness that the control action of an efficient actuator is possible and unnecessary generation of heat of an actuator can be prevented.

[0112] Moreover, according to invention given in claims 3 and 4, in addition to the effect of the invention of a publication, generation of heat of much more actuator can be prevented to above-mentioned claim 1.

[0113] According to invention given in claim 5 thru/or 7, the outstanding aligner which is not in the former that the control action of the efficient actuator according to the mode of operation of a substrate stage is possible, and the temperature change of the environment by unnecessary generation of heat of an actuator can be controlled can be offered.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the aligner concerning 1 operation gestalt.

[Drawing 2] It is the outline block diagram of each part of a configuration except the surface plate which constitutes the aligner of drawing 1 , the 1st column, the 2nd column, etc.

[Drawing 3] It is the outline perspective view of the system which carries out drive control of the vibration removal pad.

[Drawing 4] It is drawing for explaining the principle of scan exposure of the equipment of drawing 1 .

[Drawing 5] It is the control-block Fig. showing the configuration of the control system of an actuator and a vibration removal pad.

[Drawing 6] It is drawing showing the example of a configuration of the pneumatics control circuit for controlling the air flow rate supplied to a vibration removal pad.

[Drawing 7] (A), (B), and (C) are drawings showing the example of the connection method of the pneumatics control circuit to a vibration removal pad.

[Drawing 8] It is drawing showing an example of arrangement of a vibration removal pad.

[Description of Notations]

4A-4C Vibration removal pad

5Z1 to 5Z3, 5Y1, 5Y2, 5X Acceleration sensor

6 Surface Plate (Shock Absorbing Desk)

7A-7D, 32A-32C Actuator

10Z1 to 10Z3 Displacement sensor

10Y1, 10Y2, 10X Displacement sensor

11 Control Unit

20 X-Y Stage

23 Alignment Microscope

27 Reticle Stage

37 Pneumatics Control Section

37A-37C Pneumatics control circuit

44 Desired Value Output Section

56 Non-interfering Count Section

100 Aligner

W Wafer

R Reticle

PL Projection optics

[Translation done.]

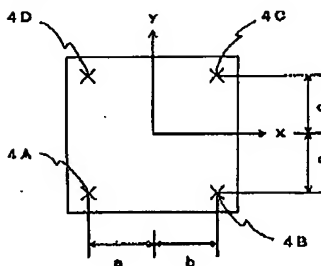
*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

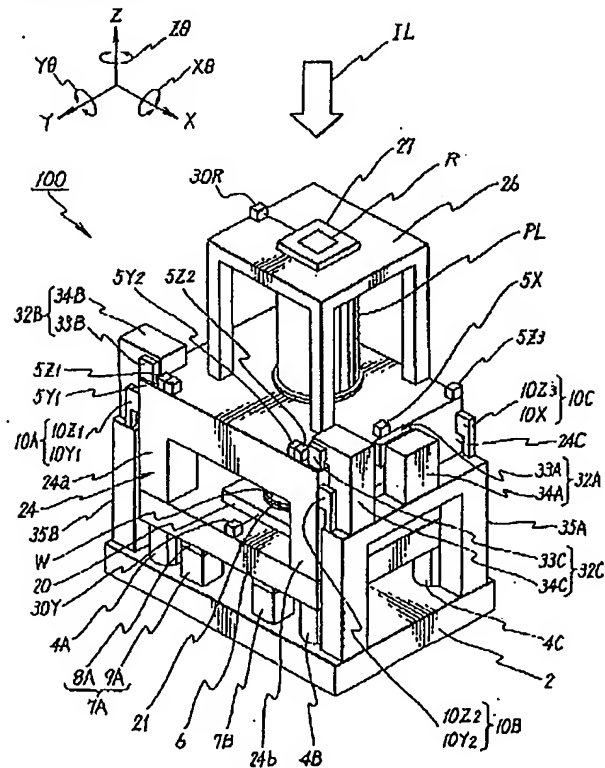
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

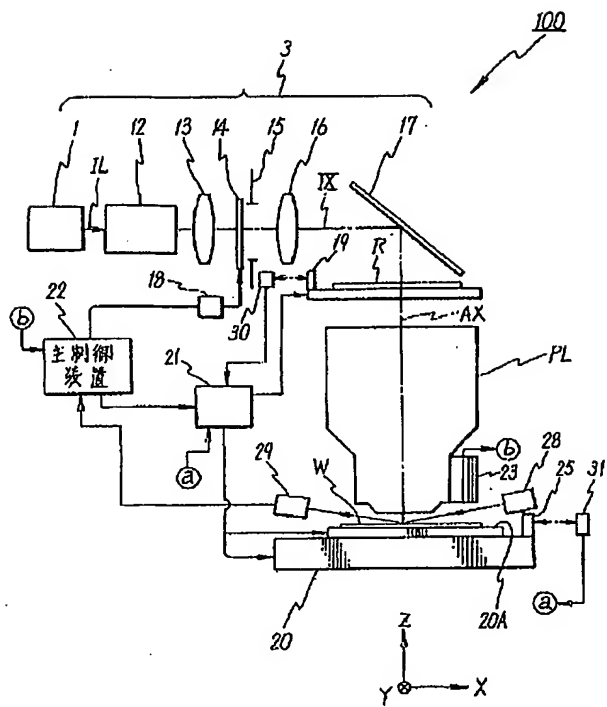
[Drawing 8]



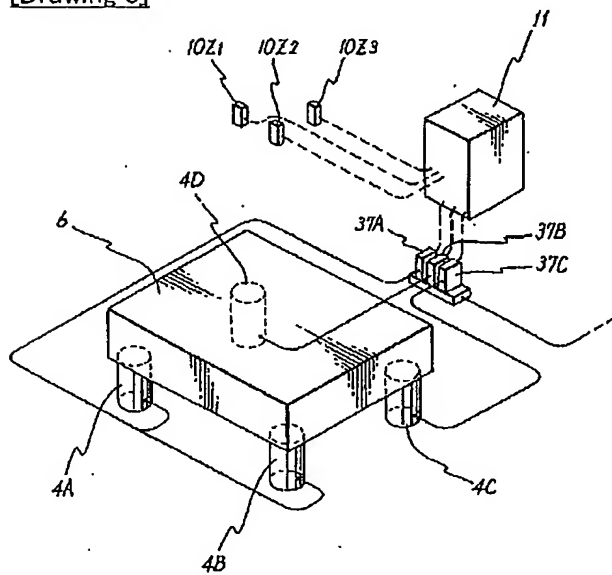
[Drawing 1]



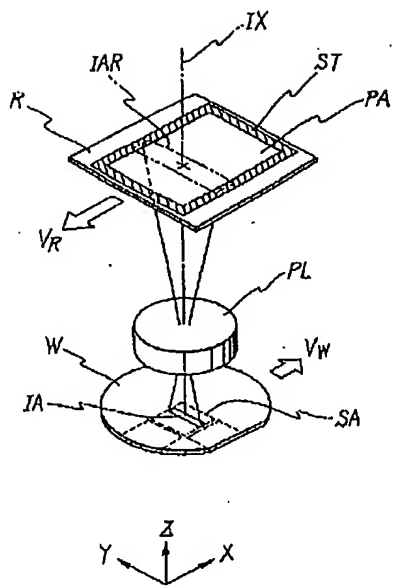
[Drawing 2]



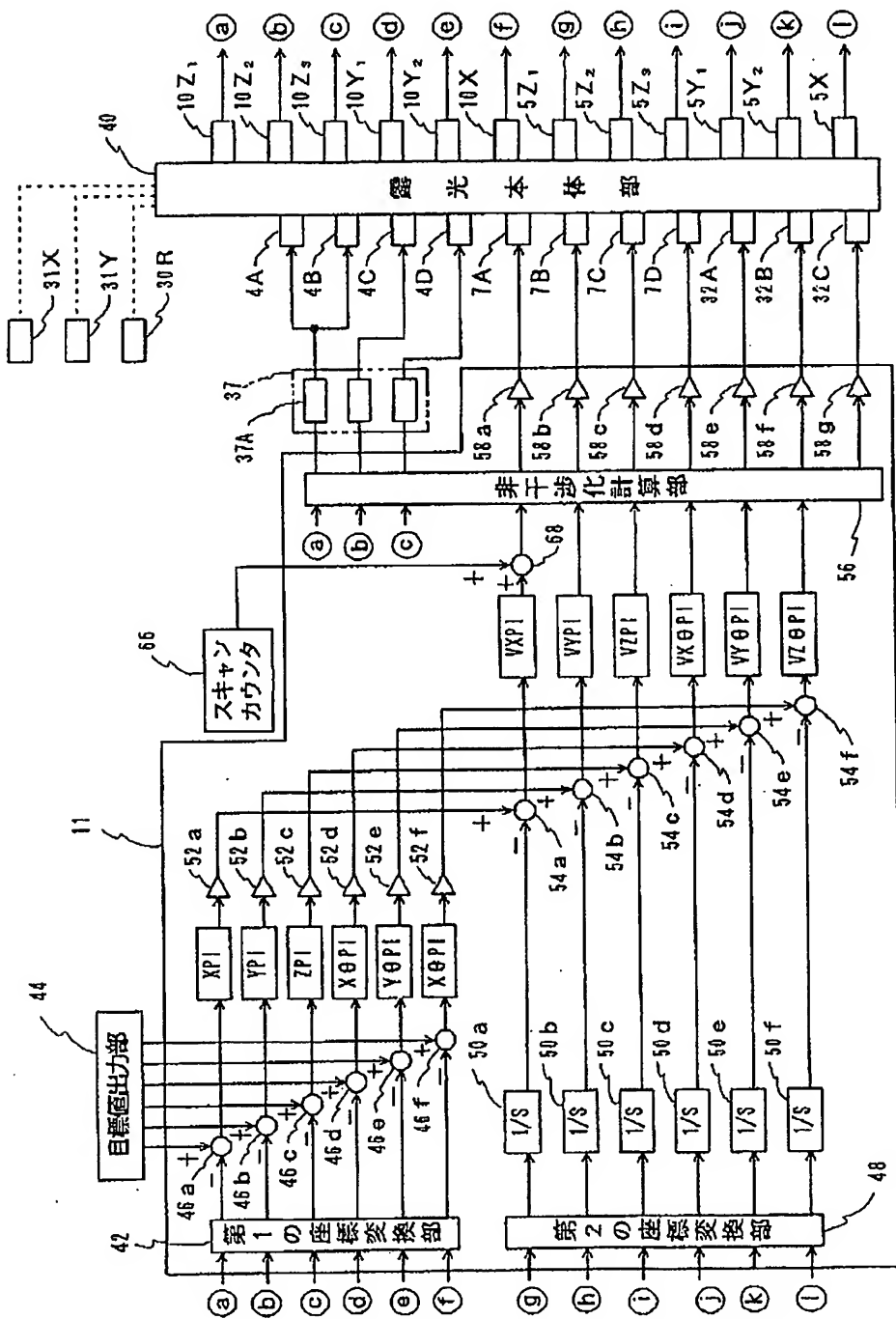
[Drawing 3]



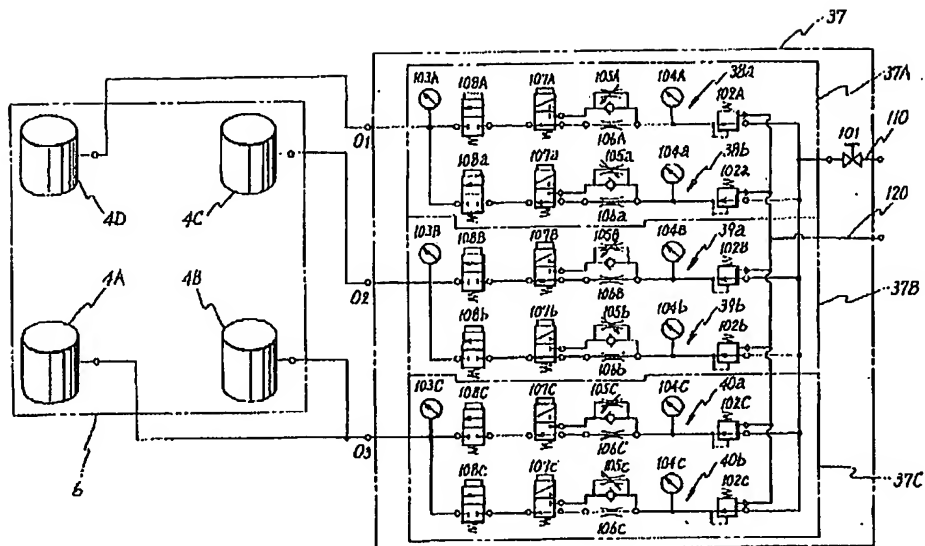
[Drawing 4]



[Drawing 5]

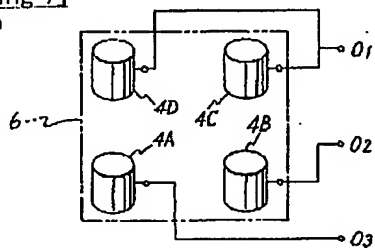


[Drawing 6]

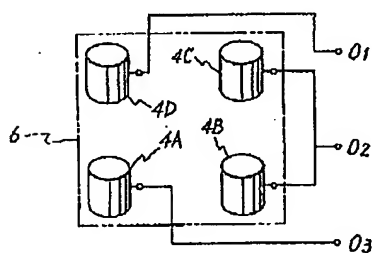


[Drawing 7]

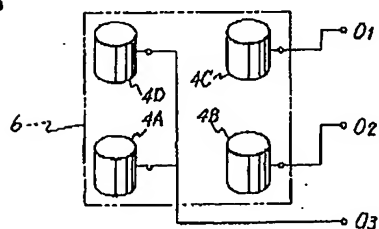
(A)



(B)



(C)



[Translation done.]

特開平10-112433

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 0 3 F

F 1 6 F 15/02

F 1 6 F 15/02

A

G 0 3 F 9/00

G 0 3 F 9/00

H

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平8-283187

(22) 出願日

平成 8 年(1996)10月 4 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 大崎 達哉

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株

式会社ニコン内

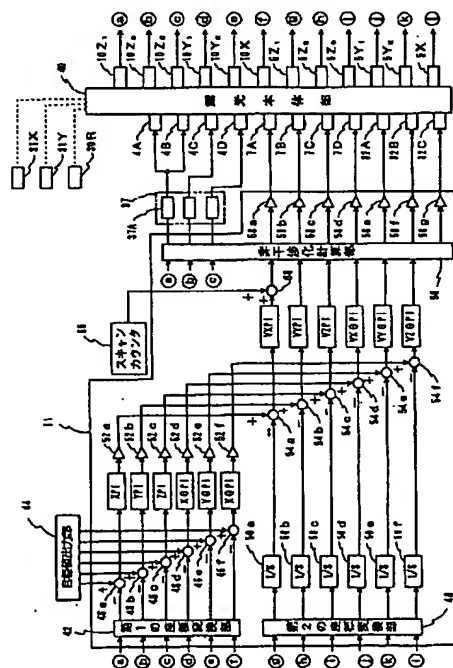
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 除振装置及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 効率の良いアクチュエータの制御動作を行なうとともに、アクチュエータの不要な発熱を防止する。

【解決手段】 目標値出力部 4 4 により移動体の動作モードに応じて露光本体部 4 0 の制御モードが設定される。そして、制御装置 1 1 ではこの設定された制御モードに応じ、変位センサ 1 0 Z₁ ~ 1 0 Z₃、1 0 Y₁、1 0 Y₂、1 0 X 及び振動センサ 5 Z₁ ~ 5 Z₃、5 Y₁、5 Y₂、5 X の出力に基づいて、アクチュエータ 7 A ~ 7 D、3 2 A ~ 3 2 C を制御することにより、露光本体部 4 0 の振動制御及び位置制御を行なう。このため、移動体の動作モードに応じた効率の良いアクチュエータの制御動作が可能となるとともに、必要以上のアクチュエータの駆動を回避することができ、これによりアクチュエータの不要な発熱を防止することも可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも3個の除振パッドを介してほぼ水平に保持された除振台と；前記除振台上で移動する移動体と；前記除振台を駆動する複数のアクチュエータと；前記除振台の変位を検出する変位センサと；前記除振台の振動を検出する振動センサと；前記移動体の動作モードに応じて、前記除振台の制御モードを設定する設定手段と；前記制御モードに応じ、前記変位センサ及び振動センサの出力に基づいて、前記複数のアクチュエータを制御する第1制御系とを有する除振装置。

【請求項2】 前記移動体の動作モードとして、前記目標設定値及び設定範囲の内の前記目標設定範囲のみが変更可能な第1モードと、前記目標設定値及び設定範囲の両者が変更可能な第2モードとを含むことを特徴とする請求項1に記載の除振装置。

【請求項3】 前記複数のアクチュエータは、前記除振台を異なる個所で鉛直方向に駆動する少なくとも3つのアクチュエータを含み、前記除振パッドに供給する空気の流量を制御する空圧制御回路を有し、前記変位センサの出力に基づいて前記空圧制御回路を駆動することにより前記移動体の移動により生じる前記除振台の傾き量の少なくとも一部を補正する第2制御系を更に有することを特徴とする請求項1又は2に記載の除振装置。

【請求項4】 前記設定手段は、前記移動体の動作モードが前記第2モードであるとき、前記除振台の傾き量を前記移動体の移動位置と前記除振パッドのばね定数とに基づいて演算することにより、前記移動体の移動指令値に応じた傾き量を予測し、その予測結果に前記除振台の傾き量が一致するように前記目標設定値を設定することを特徴とする請求項2又は3に記載の除振装置。

【請求項5】 感光基板を保持する基板ステージをステップ移動させつつ、マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して前記感光基板上に露光する露光装置であって、少なくとも3個の除振パッドを介してほぼ水平に保持された除振台と；前記除振台上で移動する前記基板ステージを含む少なくとも1つの移動ステージと；前記除振台を駆動する複数のアクチュエータと；前記除振台の変位を検出する変位センサと；前記除振台の振動を検出する振動センサと；前記基板ステージの移動に関連する装置動作モードに応じて、前記除振台の制御モードを設定する設定手段と；前記制御モードに応じ、前記変位センサ及び振動センサの出力に基づいて、前記複数のアクチュエータを制御する制御装置とを有する露光装置。

【請求項6】 前記感光基板上に形成されたマークを検出する検出手段を有し、前記装置動作モードとして、前記ステージを移動して感光基板を所定の露光位置に位置決めして前記露光を行なう第1モードと、前記基板ステージを移動して前記検出

手段により前記マークを検出する第2モードとを含んでいることを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項7】 前記装置動作モードとして、前記感光基板受け取るために、前記基板ステージを所定の受け渡し位置へ移動する第3モードを更に有することを特徴とする請求項5又は6に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、除振装置及び露光装置に係り、更に詳しくは、除振台の振動を打ち消すようにアクチュエータにより除振台を駆動するいわゆるアクティブ方式の除振装置及びこの除振装置を備えた露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置、即ちいわゆるステッパ等の精密機器の高精度化に伴い、設置床から定盤（除振台）に作用する微振動をマイクロGレベルで絶縁する必要が生じている。除振装置の除振台を支持する除振パッドとしてはダンピング液中に圧縮コイルバネを入れた機械式ダンパや空気式ダンパ等種々のものが使用され、除振パッド自体がある程度のセンタリング機能を備えている。特に、空気式ダンパを備えた空気バネ除振装置はバネ定数を小さく設定でき、約10Hz以上の振動を絶縁することから、精密機器の支持に広く用いられている。また、最近では従来のパッシブ除振装置の限界を打破するために、アクティブ除振装置が提案されている。これは、除振台の振動をセンサで検出し、このセンサの出力に基づいてアクチュエータを駆動することにより振動制御を行う除振装置であり、低周波制御帯域に共振ピークの無い理想的な振動絶縁効果を持たせることができるものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ステッパ等では、大きな加減速を行うXYステージ（ウエハステージ）が除振パッドに保持された定盤上に搭載されており、XYステージの移動と同時に露光装置本体の重心位置が移動する。アクティブ除振装置では、このステージ移動に伴い、本体重心位置が変化したとき、位置制御ループにより初期位置に位置決めをするが、ステージ移動量が大きくなると本体重心位置変化量も大きくなり、本体が傾斜する。本体重心位置変化量の増大に伴い、この傾斜量も大きくなり、これを補正するためにアクチュエータに必要とされる推力も大きくなる。これに加え、従来の露光装置に適用されたアクティブ除振装置では、定盤（除振台）の傾き量の補正及び制振を行なうための目標設定値については、各ステージ（ウエハXステージ、ウエハYステージ及び走査型露光装置の場合は更にレチクルステージ）が基準位置にあるときの各変位センサの出力値を用いており、また、目標設定範囲については、露光光源の射出位置及びレチクルローダ、ウエハローダの受け渡

し位置における6自由度の許容値を基に一律に設定していた。

【0004】このような除振装置では、特に本体傾斜時にアクチュエータより発生する発熱量が大きく、露光装置の置かれている環境の温度変化が大きくなる。この環境の温度変化はXYステージの位置を計測するレーザ干渉計の測定精度に影響を与え、ひいてはステージの位置決め精度等の劣化を招くという不都合があった。

【0005】本発明は、かかる事情の下になされたもので、請求項1及び2に記載の発明の目的は、効率の良いアクチュエータの制御動作が可能で、アクチュエータの不要な発熱を防止することが可能な除振装置を提供することにある。

【0006】また、請求項3及び4に記載の発明の目的は、上記請求項1に記載の発明の目的に加え、より一層のアクチュエータの発熱を防止することができる除振装置を提供することにある。

【0007】また、請求項5ないし7に記載の発明の目的は、基板ステージの動作モードに応じた効率の良いアクチュエータの制御動作が可能で、アクチュエータの不要な発熱による環境の温度変化を抑制することが可能な露光装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明に係る除振装置は、少なくとも3個の除振パッド(4A～4D)を介してほぼ水平に保持された除振台(6)と；前記除振台(6)上で移動する移動体(20)と；前記除振台(6)を駆動する複数のアクチュエータ(7A～7D、32A～32C)と；前記除振台(6)の変位を検出する変位センサ(10X、10Y₁、10Y₂、10Z₁～10Z₃)と；前記除振台(6)の振動を検出する振動センサ(5X、5Y₁、5Y₂、5Z₁～5Z₃)と；前記移動体(20)の動作モードに応じて、前記除振台の制御モードを設定する設定手段(44)と；前記制御モードに応じ、前記変位センサ及び振動センサの出力に基づいて、前記複数のアクチュエータ(7A～7D、32A～32C)を制御する第1制御系(11)とを有する。

【0009】これによれば、設定手段により移動体の動作モードに応じて除振台の制御モードが設定される。そして、第1制御系ではこの設定された除振台の制御モードに応じ、変位センサ及び振動センサの出力に基づいて、複数のアクチュエータを制御することにより、除振台の振動制御及び位置制御を行なう。

【0010】ここで、移動体の動作モードとは、移動体の動作の目的に応じたモードを言い、例えば移動体を所定位置に位置決めする場合には、その位置決め誤差がどの程度になれば位置決め整定と判断して良いか、あるいは整定状態をどの位の時間維持すれば良いか等は移動体の動作の目的によって異なり、この位置決め誤差

は、除振台の振動制御・位置制御(姿勢制御)の目標値、許容誤差範囲によって左右される。

【0011】また、除振台の制御モードとは、除振台の振動を制御するモードをいい、これは除振台上を移動する移動体の上記動作モードに対応して、除振台の振動を複数自由度で制御する場合の各自由度方向の目標値、許容誤差範囲も異なる値に定めた方が、効率的な除振台の振動制御(アクチュエータの制御)が可能になることを考慮して定められている。

【0012】このため、本発明によれば、従来のように除振台の振動制御・位置制御の目標設定値及び目標設定範囲が一律である場合に比べ、移動体の動作モードに応じた効率の良いアクチュエータの制御動作が可能となるとともに、例えば位置決め整定時間も動作モードに応じた適切なものにすることが可能となる。また、動作モードに応じ、振動の許容誤差が大きくて良い場合に、目標設定範囲が広くなるような制御モードに設定されるので、必要以上のアクチュエータの駆動を回避することができ、これによりアクチュエータの不要な発熱を防止することも可能である。

【0013】この場合において、上記の移動体の動作モードとしては、前述したような条件の下に定められるモードであれば、如何なるモードを設定しても良く、例えば、請求項2に記載の発明の如く、前記移動体の動作モードとして、前記目標設定値及び目標設定範囲の内の前記目標設定範囲のみが変更可能な第1モードと、前記目標設定値及び設定範囲の両者が変更可能な第2モードとを含んでいても良い。この場合、第1モードでは目標設定値として、所定の固有値(例えば、複数自由度の全ての自由度方向の目標設定値がともに零)を定めればよい。

【0014】請求項3に記載の発明は、請求項1又は2に記載の除振装置において、前記複数のアクチュエータは、前記除振台(6)を異なる個所で鉛直方向に駆動する少なくとも3つのアクチュエータ(以下、適宜「鉛直方向駆動用アクチュエータ」という)(7A～7D)を含み、前記除振パッド(2A～2D)に供給する空気の流量を制御する空圧制御回路(37A～37C)を有し、前記変位センサ(10Z₁～10Z₃)の出力に基づいて前記空圧制御回路(37A～37C)を駆動することにより前記移動体(20)の移動により生じる前記除振台(6)の傾き量の少なくとも一部を補正する第2制御系(56、37)を更に有することを特徴とする。

【0015】これによれば、上記の制御モードの設定による移動体の動作モードに応じた効率の良い制御動作の確保に加え、移動体の移動により、除振台が傾斜した場合に、第2制御系によって変位センサの出力に基づいて空圧制御回路が駆動され、移動体の移動により生じる除振台の傾き量の全部又は一部が補正されることから、仮に移動体の動作モードが第1モードであって目標設定値

として上記の固有値が設定されている場合であっても、除振台を元の姿勢に戻すための鉛直方向駆動用アクチュエータの駆動量を大幅に減らすことが可能になり、その分アクチュエータの不要な発熱を防止することが可能になる。

【0016】また、請求項2又は3に記載の除振装置において、請求項4に記載の発明の如く、前記設定手段は、前記移動体の動作モードが前記第2モードであるとき、前記除振台の傾き量を前記移動体の移動位置と前記除振パッドのばね定数とに基づいて演算することにより、前記移動体の移動指令値に応じた傾き量を予測し、その予測結果に前記除振台の傾き量が一致するように前記目標設定値を設定するようにしても良い。この場合には、設定手段により、実際に移動体が移動を開始するのに先立って移動体の移動指令値に応じた傾き量が予測され、その予測結果に前記除振台の傾き量が一致するように前記目標設定値（除振台の傾斜に関連する）が設定されるので、移動体が移動指令値に対応する位置に移動したときには、第1制御系ではアクチュエータを除振台の姿勢制御（主として傾斜制御）のために駆動する必要がなく、振動制御のためにのみ駆動すれば足りる。従って、アクチュエータの駆動量が著しく低減され、一層発熱量が抑制される。

【0017】請求項5に記載の発明は、感光基板（W）を保持する基板ステージ（20）をステップ移動させつつ、マスク（R）に形成されたパターン像を投影光学系（PL）を介して前記感光基板（W）上に露光する露光装置であって、少なくとも3個の除振パッドを介してほぼ水平に保持された除振台（6）と；前記除振台（6）上で移動する前記基板ステージ（20）を含む少なくとも1つの移動ステージ（20、27）と；前記除振台（6）を駆動する複数のアクチュエータ（7A～7D、32A～32C）と；前記除振台（6）の変位を検出する変位センサ（10X、10Y₁、10Y₂、10Z₁～10Z₃）と；前記除振台（6）の振動を検出する振動センサ（5X、5Y₁、5Y₂、5Z₁～5Z₃）と；前記基板ステージ（20）の移動に関連する装置動作モードに応じて、前記除振台（6）の制御モードを設定する設定手段（44）と；前記制御モードに応じ、前記変位センサ及び振動センサの出力に基づいて、前記複数のアクチュエータ（7A～7D、32A～32C）を制御する制御装置（11）とを有する。

【0018】ここで、基板ステージの移動に関連する装置動作モードとは、基板ステージの移動状態（移動目的）が異なる露光装置の各種動作モードを言い、請求項1に記載の移動体の動作モードと同様の意味合いで定められている。

【0019】また、除振台の制御モードは、請求項1の場合と同様に、除振台上を移動する基板ステージの移動に関連する装置動作モードに対応して、除振台の振動を

複数自由度で制御する場合の各自由度方向の目標値、許容誤差範囲も異なる値に定めた方が、効率的な除振台の振動制御（アクチュエータの制御）が可能になることを考慮して定められている。

【0020】従って、本発明によれば、従来のように除振台の振動制御の目標設定値及び目標設定範囲が一律である場合に比べ、基板ステージの移動に関連する装置動作モードに応じた効率の良いアクチュエータの制御動作が可能となるとともに、例えば位置決め整定時間も動作モードに応じた適切なものにするのが可能となる。また、動作モードに応じ、振動の許容誤差が大きくて良い場合に、目標設定範囲が広がるような制御モードに設定されるので、必要以上のアクチュエータの駆動を回避することができ、これにより露光精度に影響を与えるアクチュエータの不要な発熱による環境の温度変化を抑制することが可能となる。

【0021】本発明の露光装置には、感光基板を保持する基板ステージをステップ移動させつつ露光を行なうものであれば、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型の露光装置（いわゆるステッパ）のような静止露光型の装置もステップ・アンド・スキャン型の露光装置のような走査露光型の露光装置もともに含まれる。

【0022】上記の動作モードとしては、種々のものが考えられるが、例えば、請求項6に記載の発明の如く、前記感光基板（W）上に形成されたマークを検出する検出手段（23）を有する場合には、前記装置動作モードとして、前記基板ステージ（20）を移動して感光基板（W）を所定の露光位置に位置決めして前記露光を行なう第1モードと、前記基板ステージ（20）を移動して前記検出手段（23）により前記マークを検出する第2モードとを含めても良い。この場合において、例えば、露光光源が除振台と離れた位置に設けられ、検出手段が除振台上に設けられている場合には、第1モードにおいて除振台の振動制御及び姿勢制御はともにシビアに行なう必要があり、かつ除振台の振動制御、位置制御の目標値も一定（全ての自由度方向の目標設定値が零）にする必要があるのに対し、第2モードにおいては除振台の姿勢制御はあまり高精度に行なう必要がなく、かつ目標設定値は基板ステージの移動位置に応じて変える必要がある。従って、これらの点を考慮して制御モードが定められ、効率的なアクチュエータの制御が行われる。

【0023】この他、前記装置動作モードとして、請求項7に記載の発明の如く、前記感光基板受け取るために、前記基板ステージ（20）を所定の受け渡し位置へ移動する第3モードを更に有していても良い。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態について、図1ないし図8に基づいて説明する。

【0025】図1には、一実施形態に係るステップ・アンド・スキャン型の露光装置100の概略斜視図が示さ

れ、図2には、この露光装置100を構成する後述する定盤、第1コラム、第2コラム等を除く、構成各部の概略構成図が示されている。

【0026】図1において、設置面としての床上に長方形板状の台座2が設置され、この台座2上に除振パッド4A～4D（但し、図1では紙面奥側の除振パッド4Dは図示せず、図3参照）が設置され、これらの除振パッド4A～4D上に除振台としての長方形の定盤6が設置されている。ここで、後述するように本実施形態では投影光学系PLが使用されているため、投影光学系PLの光軸に平行にZ軸を取り、Z軸に直交する平面内で定盤6の長手方向にX軸を、これに直交する方向にY軸を取る。また、それぞれの軸回りの回転方向をZ θ 、X θ 、Y θ 方向と定める。なお、以下の説明において、必要に応じ、図1中のX、Y、Z軸を示す各矢印の示す方向を+X、+Y、+Z方向、これと反対の方向を-X、-Y、-Z方向と区別して用いるものとする。

【0027】除振パッド4A～4Dは、図3にも示されるように、それぞれ定盤6の長方形の底面の4個の頂点付近に配置されている。本実施形態では、除振パッド4A～4Dとして空気式ダンパが使用されている。これらの除振パッド4A～4Dは、図3に示されるように、3つの空圧制御回路37A、37B、37Cを介して制御装置11に接続され、制御装置11では空圧制御回路37A、37B、37Cを介して除振パッド4A～4Dに供給される空気の流量を制御するようになっている。すなわち、空気の圧力により除振パッド4A～4Dの高さを調整できるため、その空気式ダンパは上下動機構の役目をも兼ねている。

【0028】図1に戻り、台座2と定盤6との間に除振パッド4Aと並列にアクチュエータ7Aが設置されている。アクチュエータ7Aは、台座2上に固定された固定子9Aと定盤6の底面に固定された可動子8Aとから構成され、制御装置11（図1では図示省略、図3、図5参照）からの指示に応じて台座2から定盤6の底面に対するZ方向の付勢力、又は定盤6の底面から台座2に向かう吸引力を発生する。他の除振パッド4B～4Dにおいても、除振パッド4Aと同様にそれぞれ並列にアクチュエータ7B～7Dが設置され（但し、図1では紙面奥側のアクチュエータ7C、7Dは図示せず、図5参照）、これらのアクチュエータ7B～7Dの付勢力又は吸引力もそれぞれ制御装置11（図1では図示省略、図3、図5参照）により設定される。アクチュエータ7A～7Dの制御方法については、後述する。

【0029】アクチュエータ7Aは、前記の如く、固定子9Aと可動子8Aとから成り、固定子9Aは、例えば、N極の軸の両側にS極の軸が形成された発磁体により構成され、また、可動子8Aは、N極の軸に遊嵌する内筒、この内筒の外側に巻回されたコイル、及びこのコイルを覆う外筒より構成される。そして、コイルに流れ

る電流を調整することにより、固定子9Aと可動子8Aとの間に±Z方向の力が発生する。その他のアクチュエータ7B～7Dもアクチュエータ7Aと同様に構成されている。

【0030】定盤6上には図示しない駆動手段によってXY2次元方向に駆動される基板ステージとしてのXYステージ20が載置されている。このXYステージ20は、実際には走査方向であるX方向に移動可能なXステージと、このXステージ上をY方向に移動可能なYステージとから構成されるが、図1ではこれらが代表的にXYステージ20として示されている。

【0031】また、定盤6上でXYステージ20を囲むように第1コラム24が植設され、第1コラム24の上板の中央部に投影光学系PLが固定され、第1コラム24の上板に投影光学系PLを囲むように第2コラム26が植設され、第2コラム26の上板の中央部にレチクルステージ27が載置されている。

【0032】更に、レチクルステージ27の上方には、図1では図示を省略したが、図2に示される照明系3が設けられている。この照明系3は、光源1、コリメータレンズ、フライアイレンズ等（いずれも図示せず）からなる照度均一化光学系12、リレーレンズ13、可変NDフィルタ14、レチクルブラインド15、リレーレンズ16及びダイクロイックミラー17（この内、照度均一化光学系12、リレーレンズ13、レチクルブラインド15、リレーレンズ16及びダイクロイックミラー17によって照明光学系が構成される）等を含んで構成されている。

【0033】ここで、この照明系3の構成各部についてその作用とともに説明すると、光源1で発生した照明光ILは不図示のシャッターを通過した後、照度均一化光学系12により照度分布がほぼ均一な光束に変換される。照明光ILとしては、ここでは、KrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光等のエキシマレーザ光が用いられている。この場合、光源1を構成するエキシマレーザや照明光学系は、前述した定盤6及び第1コラム24、第2コラム26等から離れた位置に設けられており（別置きになっており）、定盤6等の振動、傾斜等の影響により照明光ILの照射位置が変化することのない構成となっている。

【0034】前記照度均一化光学系12から水平に射出された光束は、リレーレンズ13を介して、レチクルブラインド15に達する。このレチクルブラインド15は、マスクとしてのレチクルRのパターン形成面及び感光基板としてのウエハWの露光面と光学的に共役な面に配置され、このレチクルブラインド15のリレーレンズ13側に密着するように、可変NDフィルタ14が設置されている。

【0035】前記レチクルブラインド15としては、複数枚の可動遮光板（例えば2枚のL字型の可動遮光板）

を例えばモータにより開閉することにより開口部の大きさ（スリット幅等）を調整するものが用いられ、その開口部の大きさを調整することにより、レチクルRを照明するスリット状の照明領域IAR（図4参照）を任意の形状及び大きさに設定できるようになっている。

【0036】また、可変NDフィルタ14は透過率分布を所望の状態に設定するもので、例えば二重すだれ構造、液晶表示パネル、エレクトロクロミックデバイス、又は所望の形状のNDフィルタより構成されている。本実施形態ではこの可変NDフィルタ14は、可変NDフィルタ制御部18によって出し入れ（あるいはその回転角度）等の制御がなされており、これによりレチクルR上の照明領域IAR内の照度分布が意図的に不均一にされ、結果的に走査中のウエハW上の露光量を一定に保つことができるようになっている。通常は、可変NDフィルタ14の全体が100%透過になっており、レチクルR上の照明領域IAR内の照度分布は均一である。

【0037】可変NDフィルタ14及びレチクルブラインド15を通過した光束は、リレーレンズ16を通過してダイクロミックミラー17に至り、ここで鉛直下方に折り曲げられて回路パターン等が描かれたレチクルRの照明領域IAR部分を照明する。

【0038】前記レチクルステージ27上にマスクとしてのレチクルRが例えば真空吸着により固定され、このレチクルステージ27は、レチクルRの位置決めのため、照明光学系の光軸IX（これは、投影光学系PLの光軸AXに一致）に垂直な平面内で2次的に（X軸方向及びこれに直交するY軸方向及びXY平面に直交するZ軸回りの回転方向に）微小駆動可能に構成されている。また、このレチクルステージ27は、リニアモータ等で構成されたレチクル駆動部（図示省略）により、所定の走査方向（ここでは、X方向）に指定された走査速度で移動可能となっている。このレチクルステージ27は、レチクルRの全面が少なくとも照明光学系の光軸IXを横切ることができるだけの移動ストロークを有している。

【0039】レチクルステージ27の端部には、図2に示されるように、レチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）30からのレーザビームを反射する移動鏡19が固定されており、レチクルステージ27のX軸方向の位置はレチクル干渉計30によって、例えば0.01 μ m程度の分解能で常時検出される。このレチクル干渉計30からのレチクルステージ27の位置情報（又は速度情報）はステージコントローラ21及びこのステージコントローラ21を介して主制御装置22に入力されている。ステージコントローラ21はこの位置情報（又は速度情報）に基づいてレチクル駆動部（図示省略）を介してレチクルステージ27を駆動する。

【0040】なお、不図示のレチクルアライメント系により所定の基準位置にレチクルRが精度良く位置決めさ

れるように、レチクルステージ27の初期位置が決定されるため、移動鏡19の位置をレチクル干渉計30で測定するだけでレチクルRの位置を十分高精度に測定したことになる。

【0041】前記投影光学系PLは、レチクルステージ27の図1及び図2における下方に配置され、その光軸AX（照明光学系の光軸IXに一致）の方向がZ軸方向とされ、ここでは両側テレセントリックで、所定の投影倍率、例えば1/5（あるいは1/4）を有する縮小光学系が用いられている。このため、照明光学系からの照明光ILによってレチクルRの照明領域IARが照明されると、このレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介してレチクルRの回路パターンの縮小像が表面にフォトリソ（感光材）が塗布されたウエハW上に形成される。

【0042】前記XYステージ20は、投影光学系PLの図1、図2における下方に配置され、このXYステージ20上には、Zレベリングステージ、 θ ステージ（いずれも図示省略）及びウエハホルダ20Aを介して感光基板としてのウエハWが真空吸着されている。Zレベリングステージは、Z軸方向の駆動及びZ軸に対する傾斜が調整可能に構成され、 θ ステージはZ軸回りの微小回転が可能に構成されている。従って、XYステージ20、Zレベリングステージ及び θ ステージによって、ウエハWは3次的に位置決めが可能となっている。

【0043】XYステージ20は走査方向（X方向）の移動のみならず、ウエハW上の複数のショット領域を照明領域IARと共役な露光領域に位置させることができるように、走査方向に垂直な非走査方向（Y方向）にも移動可能に構成されており、ウエハW上の各ショット領域を走査（スキャン）露光する動作と、次のショットの露光開始位置まで移動する動作とを繰り返すステップ・アンド・スキャン動作を行う。このXYステージ20はモータ等のウエハステージ駆動部（図示省略）によりXY2次元方向に駆動される。

【0044】XYステージ20の端部には位置計測手段としてのウエハレーザ干渉計（以下、「ウエハ干渉計」という）31からのレーザビームを反射する移動鏡25が固定され、XYステージ20のXY平面内での位置はウエハ干渉計31によって、例えば0.01 μ m程度の分解能で常時検出されている。ここで、実際には、XYステージ20上には走査方向に直交する反射面を有するX移動鏡と非走査方向に直交する反射面を有するY移動鏡とが設けられ、これに対応して位置計測手段としてのY軸用レーザ干渉計31Yと、X軸用レーザ干渉計31Xとが設けられているが（図1、図5参照）、図2ではこれらが代表的に移動鏡25、ウエハ干渉計31として示されている。XYステージ20の位置情報（又は速度情報）はステージコントローラ21及びこのステージコントローラ21を介して主制御装置22に入力されてい

る。ステージコントローラ21はこの位置情報（又は速度情報）に基づいてウエハステージ駆動部（図示省略）を介してXYステージ20を制御する。

【0045】本実施形態の露光装置100においては、図4に示されるように、レチクルRの走査方向（X方向）に対して垂直な方向に長手方向を有する長方形（スリット状）の照明領域IARでレチクルRが照明され、レチクルRは露光時に-X方向に速度 V_R で走査（スキャン）される。照明領域IAR（中心は光軸AXとほぼ一致）は投影光学系PLを介してウエハW上に投影され、スリット状の投影領域IAが形成される。ウエハWはレチクルRとは倒立結像関係にあるため、ウエハWは速度 V_R の方向とは反対方向（+X方向）にレチクルRに同期して速度 V_w で走査され、ウエハW上のショット領域SAの全面が露光可能となっている。走査速度の比 V_w/V_R は正確に投影光学系PLの縮小倍率に応じたものになっており、レチクルRのパターン領域PAのパターンがウエハW上のショット領域SA上に正確に縮小転写される。すなわち、このようにして走査（スキャン）露光が行なわれる。照明領域IARの長手方向の幅は、レチクルR上のパターン領域PAよりも広く、遮光領域STの最大幅よりも狭くなるように設定され、走査（スキャン）することによりパターン領域PA全面が照明されるようになっている。

【0046】図2に戻り、投影光学系PLの側面にはウエハW上の各ショット領域に付設された計測マークとしてのアライメントマーク（ウエハマーク）の位置を検出するための検出手段としてのオフ・アクシス方式のアライメント顕微鏡23（これについては、後述する）が設けられ、そのアライメント顕微鏡23の計測結果が、装置全体の動作を制御する主制御装置22に供給されている。

【0047】前記アライメント顕微鏡23としては、本実施形態では画像処理方式のものが用いられている。このアライメント顕微鏡23は、ハロゲンランプ等のブロードバンドな照明光を発する光源、対物レンズ、指標板、CCD等の撮像素子及び信号処理回路、演算回路等（いずれも図示省略）を含んで構成されている。このアライメント顕微鏡23を構成する光源から発せられた照明光がアライメント顕微鏡23内部の対物レンズを通過した後ウエハW上に照射され、そのウエハW表面の不図示のウエハマーク領域からの反射光がアライメント顕微鏡23内部に戻り、対物レンズ、指標板を順次透過してCCD等の撮像面上にウエハマークの像、及び指標板上の指標の像が結像される。これらの像の光電変換信号が信号処理回路により処理され、演算回路によってウエハマークと指標との相対位置が算出される。この算出結果が、主制御装置22に供給されている。なお、ウエハWのアライメント方法は種々提案されているが、他の方法でも同様に使用できる。

【0048】さらに、本実施形態の露光装置100には、投影光学系PLの最良結像面に向けてピンホール、あるいはスリット像を形成するための結像光束を光軸AX方向に対して斜め方向より供給する照射光学系28と、その結像光束のウエハWの表面での反射光束をスリットを介して受光する受光光学系29とから成る斜入射方式の焦点検出系が、設けられている。この焦点検出系（28、29）は、実際には投影光学系PLを支える図1に示される第1コラム24に不図示の支持部材を介して支持されている。この焦点検出系（28、29）の構成等については、例えば特開昭60-168112号公報に開示されており、ウエハ表面の結像面に対する上下方向（Z方向）の位置偏差を検出し、この検出信号がウエハWと投影光学系PLとが所定の間隔を保つように不図示のZレベリングステージをZ方向に駆動するために用いられる。焦点検出系（28、29）からの検出情報は、主制御装置22を介してステージコントローラ21に送られる。ステージコントローラ21は、この情報に基づいてZレベリングステージをZ方向に駆動する。

【0049】また、図示は省略したが、本実施形態では、例えば特開昭58-113706号公報に開示されているような水平位置検出系が設けられており、この水平位置検出系によってウエハW上の所定領域の結像面に対する傾きが検出され、この検出情報が主制御装置22を介してステージコントローラ21に送られるようになっている。ステージコントローラ21は、この情報に基づいてZレベリングステージを傾斜駆動する。

【0050】主制御装置22では、アライメント顕微鏡23によって計測されたウエハマークの位置の計測結果を用いて、特開昭61-44429号に開示されるような最小自乗法を用いた統計演算により、ウエハW上のショット領域の配列を算出し、この算出結果に基づいてステージコントローラ21を介してウエハW上のショット領域を露光開始位置まで移動させ、レチクルRとウエハWを同期走査すると同時に焦点検出系（28、29）、不図示の水平位置検出系の検出情報に基づいて不図示のZレベリングステージを駆動することによりウエハW上の各ショット領域を投影光学系PLの結像面に一致させつつ、照明系3からの露光用の照明光ILの下でレチクルRのパターンの投影光学系PLを介した像をウエハWのショット領域に転写する。このような動作を繰り返すことにより、ステップ・アンド・スキャン方式でウエハW上の各ショット領域を露光する。

【0051】図1に戻り、前記第1コラム24は、4本の脚部24a～24d（但し、図1では紙面奥側の脚部24dは図示せず）により定盤6上に接触している。この第1コラム24の上板の上面の+Y方向の端部には、第1コラム24のZ方向の加速度を検出する振動センサとしての加速度センサ5Z₁、5Z₂及び第1コラム24のY方向の加速度を検出する加速度センサ5Y₁、5

Y_2 が設けられている。また、この第1コラム24の上板の上面の+X方向の端部には、第1コラム24のZ方向の加速度を検出する振動センサとしての加速度センサ5Z₃及び第1コラム24のX方向の加速度を検出する加速度センサ5Xが設けられている。これらの加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xとしては、例えばピエゾ抵抗効果型あるいは静電容量型の半導体式加速度センサが使用される。これらの加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xの出力も制御装置11（図1では図示省略、図3、図5参照）に入力されている。

【0052】また、第1コラム24の上板の+Y方向端部側で-X方向の側面に対向する位置には、第1コラム24のZ方向変位を検出する変位センサ10Z₁、第1コラム24のY方向の変位を検出する変位センサ10Y₁が一体化されて成る変位センサ10Aが配置され、第1コラム24の上板の+Y方向端部側で+X方向の側面に対向する位置には、第1コラム24のZ方向変位を検出する変位センサ10Z₂、第1コラム24のY方向の変位を検出する変位センサ10Y₂が一体化されて成る変位センサ10Bが配置されている。第1コラム24の上板の-Y方向端部側で+X方向の側面に対向する位置には、第1コラム24のZ方向変位を検出する変位センサ10Z₃、第1コラム24のX方向の変位を検出する変位センサ10Xが一体化されて成る変位センサ10Cが配置されている。

【0053】ここで、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Y₁、10Y₂、10Xとしては、例えば静電容量式センサや、渦電流変位センサが使用される。前者の静電容量式センサによれば、静電容量がセンサの電極と測定対象物（ここでは、不図示の金属板）間の距離に反比例することを利用して非接触でセンサと測定対象物間の距離が検出される。また、後者の渦電流変位センサによれば、予め絶縁体に巻いたコイルに交流電圧を加えておき、導電性材料（導電体）から成る測定対象に近づけると、コイルによって作られた交流磁界によって導電体に渦電流が発生し、この渦電流によって発生する磁界は、コイルの電流によって作られた磁界と逆方向であり、これら2つの磁界が重なり合っ、コイルの出力に影響を与え、コイルに流れる電流の強さ及び位相が変化する。この変化は、対象がコイルに近いほど大きくなり、逆に遠いほど小さくなるので、コイルから電気信号を取り出すことにより、対象の位置、変位を知る事ができる。この他、背景光の影響を阻止できる構成にすれば、変位センサとしてPSD（半導体光位置検出器）を使用することも可能である。

【0054】変位センサ10Y₁、10Y₂、10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Xの出力も制御装置11（図1では図示省略、図3、図5参照）に供給されている。

【0055】第1コラム24の+X方向の側面には、アクチュエータ32Aが台座2に固定された門形の支柱35Aとの間に取り付けられている。アクチュエータ32Aは、前述したアクチュエータ7A～7Cと同様に、支柱35Aに固定された固定子34Aと第1コラム24に取り付けられた可動子33Aとから構成され、制御装置11から可動子33A内のコイルに流れる電流を調整することにより、第1コラム24に対して±X方向に力を与えることができるようになっている。同様に、第1コラム24の上面2箇所に可動子33B、33Cが取り付けられ、これら可動子33B、33Cとともにアクチュエータ32B、32Cをそれぞれ構成する固定子34B、34Cが台座2に固定された支柱35A、35Bにそれぞれ固定されている。アクチュエータ32Aと同様に、アクチュエータ32B、32Cにおいても制御装置11から可動子33B、33C内のコイルに流れる電流を調整することにより、第1コラム24に対して±Y方向の力を与えることができるようになっている。制御装置11による、アクチュエータ32A～32Cの制御方法についても後述する。

【0056】ここで、露光装置100の設置時の定盤6の高さ及び水平レベルの調整について、図3を参照しつつ説明する。変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃で計測された定盤6のZ方向変位（高さ）が制御装置11に伝えられ、これらのデータに基づいて制御装置11では、定盤6の高さを予め設定されている値にすると共に水平レベルを維持するため、3つの空圧制御回路37A～37Cを介して各除振パッドに供給する空気の流量を制御して除振パッドに4A～4Dの高さをそれぞれの高さに設定する。その後、除振パッド4A～4Dの高さはそれぞれの設定値に維持される。これにより、定盤6に歪みが生ずることがなく、定盤6上のXYステージ20の位置決め精度等が高精度に維持される。

【0057】本実施形態の露光装置100では、定盤6、XYステージ20、ウェハホルダ20A、第1コラム24、投影光学系PL、第2コラム26、及びレチクルステージ27等により露光本体部40（図5参照）が構成されている。

【0058】次に、この露光本体部40の除振のためのアクチュエータ7A～7D、32A～32C及び除振パッド4A～4Dの制御系について、制御装置11を中心に、図5のブロック図に基づいて説明する。

【0059】制御装置11は、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Y₁、10Y₂、10X及び加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xの出力に基づいて定盤6を含む露光本体部40の振動を抑制するようにアクチュエータ7A、7B、7C、7D、32A、32B、32Cを駆動制御する第1制御系としての振動制御系を有している。

【0060】これを更に詳述すると、振動制御系は、変

位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Y₁、10Y₂、10Xの出力を図示しないA/Dコンバータをそれぞれ介して入力し、露光本体部40の重心Gの6自由度方向(X、Y、Z、X θ 、Y θ 、Z θ ：図1参照)の変位量(x、y、z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)に変換する第1の座標変換部42と、この第1の座標変換部42で変換後の重心の6自由度方向の変位量(x、y、z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z)を目標値出力部44から入力される6自由度方向の重心位置の目標値(x₀、y₀、z₀、 θ_{x0} 、 θ_{y0} 、 θ_{z0})からそれぞれ減じて6自由度のそれぞれの方向の位置偏差($\Delta x = x_0 - x$ 、 $\Delta y = y_0 - y$ 、 $\Delta z = z_0 - z$ 、 $\Delta \theta_x = \theta_{x0} - \theta_x$ 、 $\Delta \theta_y = \theta_{y0} - \theta_y$ 、 $\Delta \theta_z = \theta_{z0} - \theta_z$)をそれぞれ算出する6つの減算器46a~46fと、6自由度のそれぞれの方向の位置偏差 Δx 、 Δy 、 Δz 、 $\Delta \theta_x$ 、 $\Delta \theta_y$ 、 $\Delta \theta_z$ を動作信号として制御動作を行なうPIコントローラから成る6自由度のそれぞれの方向の位置コントローラXPI、YPI、ZPI、X θ PI、Y θ PI、Z θ PIと、加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xの出力を図示しないA/Dコンバータをそれぞれ介して入力し、重心Gの6自由度方向の加速度(x''、y''、z''、 θ_x'' 、 θ_y'' 、 θ_z'')に変換する第2の座標変換部48と、この第2の座標変換部48で変換後の重心Gの6自由度方向の加速度x''、y''、z''、 θ_x'' 、 θ_y'' 、 θ_z'' をそれぞれ積分してそれぞれの方向の重心Gの速度x'、y'、z'、 θ_x' 、 θ_y' 、 θ_z' に変換する6つの積分器50a~50fと、位置コントローラXPI、YPI、ZPI、X θ PI、Y θ PI、Z θ PIの出力を速度指令値x₀'、y₀'、z₀'、 θ_{x0}' 、 θ_{y0}' 、 θ_{z0}' にそれぞれ変換する速度変換ゲイン52a~52fと、この変換後の速度指令値x₀'、y₀'、z₀'、 θ_{x0}' 、 θ_{y0}' 、 θ_{z0}' から積分器50a~50fの出力x'、y'、z'、 θ_x' 、 θ_y' 、 θ_z' をそれぞれ減じて6自由度方向のそれぞれの方向の速度偏差($\Delta x' = x_0' - x'$ 、 $\Delta y' = y_0' - y'$ 、 $\Delta z' = z_0' - z'$ 、 $\Delta \theta_x' = \theta_{x0}' - \theta_x'$ 、 $\Delta \theta_y' = \theta_{y0}' - \theta_y'$ 、 $\Delta \theta_z' = \theta_{z0}' - \theta_z'$)を算出する6つの減算器54a~54fと、6自由度のそれぞれの方向の速度偏差 $\Delta x'$ 、 $\Delta y'$ 、 $\Delta z'$ 、 $\Delta \theta_x'$ 、 $\Delta \theta_y'$ 、 $\Delta \theta_z'$ を動作信号として制御動作を行なうPIコントローラから成る6自由度のそれぞれの方向の速度コントローラVXPI、VYPI、VZPI、VX θ PI、VY θ PI、VZ θ PIと、これらのコントローラで演算された6自由度のそれぞれの方向の速度制御量を各アクチュエータの位置で発生すべき速度指令値に変換するための非干渉化演算を行なう非干渉化計算部56と、この非干渉化計算部56で変換後の各アクチュエータの位置で発生すべき速度指令値を各アクチュエータで発生すべき推力にそれぞれ変換する推力ゲイン58a~

58gとを有する。

【0061】即ち、本実施形態の振動制御系は、変位センサ、位置コントローラ等を含んで構成される位置制御ループの内側に、その内部ループとして加速度センサ、積分器、速度コントローラ等を含んで構成される速度制御ループを有する多重ループ制御系となっている。

【0062】なお、本実施形態の装置100では、目標値出力部44が、マイクロコンピュータで構成され、この目標値出力部44では、目標設定値及び目標設定範囲を一律とせず、露光、アライメント、ローディング等の各動作モード毎に設定するようになっている(これについては、後に詳述する)。

【0063】また、本実施形態において、前記非干渉化計算部56は、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃の出力に基づいて、XYステージ20、レチクルステージ27の移動に伴って生じる定盤6の傾きを演算し、その傾きを補正する機能をも備えている。これを更に詳述すると、この非干渉化計算部56では、常時変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃の出力を直接的にモニタすることにより、定盤6の傾きを演算し(検出し)、定盤6の傾きを除振パッド4A~4Dにより補正するように空圧制御部37を構成する第1ないし第3の空圧制御回路37A~37Cを制御し、前述した非干渉化計算の結果得られるアクチュエータ7A~7Dで発生すべき速度指令値が所定値を超えないようにする機能をも備えている。

【0064】さらに、本実施形態の装置100では、スキャンカウンタ66の出力がX方向の速度コントローラVXPIの出力段に設けられた加算器68を介して振動制御系にフィードフォワード入力されている。本実施形態の露光装置100では、ウエハW上のショットを露光する際には、レチクルステージ27とXYステージ20とが走査方向、すなわち、X軸方向に互いに逆向きに同期走査されるが、この際にレチクルステージ27は、1ショットにつき1回、当該レチクルステージ27の可動範囲を端から端までXYステージ20の速度の投影光学系PLの縮小倍率の逆数倍(例えば、4倍又は5倍)の速度で移動し、しかも露光は定速域でのみ行なわれることから、レチクルステージ27は①停止状態から目標速度まで加速、②目標速度を維持、③目標速度から停止状態まで減速の3つの状態遷移を行なうことになり、ステージ27の移動開始直後①及び停止直前③には大きな反力が第2コラム26を介して定盤6に作用し、定盤6を含む露光本体部40に振動が生ずる。そこで、スキャンカウンタ66により、レチクルステージ27の加速度と逆向きの反力の指令値を振動制御系にフィードフォワード入力し、上記のステージ27の移動開始直後及び停止直前の振動を抑制しようとするのである。

【0065】次に、除振パッド4A~4Dの高さを制御するための空圧制御部37について図6を用いて説明す

る。

【0066】この空圧制御部37は、手動バルブ101を介して給気路110にそれぞれ接続されるとともに排気路120にそれぞれ接続された第1ないし第3の空圧制御回路37A～37Cを有している。手動バルブ101は供給圧を手動でON・OFFにするためのバルブである。

【0067】前記第1の空圧制御回路37Aは、図3紙面左奥側の除振パッド4Dに供給する空気の流量を制御するための回路で、相互に並列な第1回路38aと第2回路38bとを有している。第1回路38aは、給気側の圧力を設定するレギュレータ102Aと、このレギュレータ102Aで設定される空気路内の圧力を検出する圧力センサ104Aと、この圧力センサ104Aが設けられた空気路に配置された2系統の絞り、すなわち微動側の固定絞り106A及び粗動側のスピコン105Aと、固定絞り106A及びスピコン105Aを切り替える（択一的にオン状態にする）3ポート電磁弁107Aと、この電磁弁107Aの固定絞り106Aと反対側に配置され、当該空気路そのものをオン・オフする2ポート電磁弁108Aとを有している。同様に第2回路38bは、排気側の圧力を設定するレギュレータ102aと、このレギュレータ102aで設定された空気路内の圧力を検出する圧力センサ104aと、この圧力センサ104aが設けられた空気路に配置された2系統の絞り、すなわち微動側の固定絞り106a及び粗動側のスピコン105aと、固定絞り106a及びスピコン105aを切り替える3ポート電磁弁107aと、この電磁弁107aの固定絞り106aと反対側に配置され、当該空気路そのものをオン・オフする2ポート電磁弁108aとを有している。第1回路38aと第2回路38bとの合流点には、第1の空圧制御回路37Aの供給圧力を検出する圧力センサ103Aが設けられている。

【0068】ここで、固定絞り106A、106aは、ステンレスもしくはルビー等の硬質の素材にレーザ加工等により微細な孔を設けたもので、その孔径は $\phi 50\mu\text{m}$ から $\phi 300\mu\text{m}$ 位のものが使用されているが、これに代えて精密ニードル弁のような可変絞りをを用いても構わない（以下の第2、第3の空圧制御回路において同じ）。

【0069】除振パッド4Dに供給及び排気される空気の流量はそれぞれの絞りの有効断面積と第1回路（給気側回路）38aと第1の空圧制御回路37Aとの圧力比、第2回路（排気側回路）38bと第1の空圧制御回路37Aとの圧力比とによって決定されるので、レギュレータ102A、102aによる圧力の設定、微動側の固定絞り106A、106a及び粗動側のスピコン105A、105aの切り替えにより流量は任意に設定可能となる。

【0070】第2の圧力制御回路37Bも、第1の圧力

制御回路37Aと同様に、相互に並列な第3回路39aと第4回路39bとを有し、第3回路39aはレギュレータ102B、圧力センサ104B、微動側の固定絞り106B、粗動側のスピコン105B、3ポート電磁弁107B、2ポート電磁弁108Bとを有している。また、第4回路39bは、レギュレータ102b、圧力センサ104b、微動側の固定絞り106b、粗動側のスピコン105b、3ポート電磁弁107b、2ポート電磁弁108bとを有している。また、第3回路39aと第4回路39bとの合流点には、第2の空圧制御回路37Bの供給圧力を検出する圧力センサ103Bが設けられている。

【0071】第3の圧力制御回路37Cも、第1の圧力制御回路37Aと同様に、相互に並列な第5回路40aと第6回路40bとを有し、第5回路40aはレギュレータ102C、圧力センサ104C、微動側の固定絞り106C、粗動側のスピコン105C、3ポート電磁弁107C、2ポート電磁弁108Cとを有している。また、第6回路40bは、レギュレータ102c、圧力センサ104c、微動側の固定絞り106c、粗動側のスピコン105c、3ポート電磁弁107c、2ポート電磁弁108cとを有している。また、第5回路40aと第6回路40bとの合流点には、第3の空圧制御回路37Cの供給圧力を検出する圧力センサ103Cが設けられている。

【0072】第2、第3の空圧制御回路37B、37Cにおいても、第1の空圧制御回路37Aと同様に、レギュレータによる圧力の設定、固定絞り及びスピコンの切り替えにより流量は任意に設定可能となっている。

【0073】また、図6においては、4個の除振パッドのうち手前の2個、すなわち除振パッド4A、4Bを同一の空圧システムで制御する場合を例示したが、空圧制御部37においては、除振パッド4A～4Dに空気を供給する径路は3系統あり、各系統の空圧制御回路を除振パッド4A～4Dに接続する方法（組み合わせ）としては、図7（A）、図7（B）、図7（C）に示されるように種々の変形が可能であり、露光本体部40の重心位置、除振パッド4A～4Dの配置に応じてこれらのいずれかを選択することにより、露光本体部40の傾き量の制御性を最適な状態にすることが可能である。

【0074】また、露光本体部40を支持する除振パッド4A～4Dのそれぞれの内圧は露光本体部40の重量及び重心位置、そして除振パッド4A～4Dの配置により決まる。また、露光本体部40が設定された高さ及び水準にあるとき、除振パッド4A～4Dに必要な圧力は圧力センサ103A、103B、103Cによってモニターすることができる。

【0075】次に、除振パッドに供給する空気流量の調整方法について、説明する。

【0076】前提として、露光本体部40の重量及び重

心位置、そして除振パッド4A～4Dの配置に応じて定まる除振パッド4A～4Dに必要な圧力に基づいて固定絞り106A、106B、106C及び106a、106b、106cが選定されているものとする。

【0077】各除振パッドに対する目標供給圧力に応じてレギュレータ102A、102B、102C及び102a、102b、102cを調整する。この調整の際、流量測定を行っても良いが、本実施形態では変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、制御装置11内部の非干渉化計算部56、空圧制御部37及び除振パッド4A～4Dによって、定盤6の傾きを全部又は一部補正する位置制御ループが構成されているので、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃の出力に基づいて除振パッド4A～4Dの高さ変化速度を求めるようになっている。なお、レギュレータ102A、102B、102C及び102a、102b、102cの調整の際には、圧力センサ104A、104B、104C及び104a、104b、104cのモニター値を目安にするといよい。

【0078】次に、スピコン105A、105B、105C及び105a、105b、105cの調整を行い、粗動側の流量を決定する。

【0079】上記のようにして構成された空圧制御部37によれば、除振パッド4A～4Dに供給する空気の流れを粗動、微動の2系統に切り換えることにより、除振台としての定盤6の位置制御ループのゲインを高低2種類の任意の状態に設定することが可能となる。

【0080】次に、本実施形態に係る設定手段としての目標値出力部44における、XYステージ20の移動に関連する装置動作モードに応じた制御モードの設定方法について説明する。ここで、上記の装置動作モードは、後述する露光、アライメント、ローディング等の各動作モードをいうが、これは本発明に係る移動体の動作モードの一部である。本実施形態では、目標値出力部44は、動作モード毎に目標設定値、目標設定範囲の一方又は両方を変更することにより、定盤6を含む露光本体部40の制御モードを設定する。ここで、動作モード毎に、目標設定値、目標設定範囲を設定するのは、次のような理由による。

【0081】すなわち、露光本体部40の傾斜を例にとると、本実施形態ではエキシマレーザが光源1として用いられているので、光源1が露光本体部40と別置きとなっており、露光本体部40が傾斜しても光源1は傾斜しないため、これを放置すると、露光本体部40の傾斜により露光光の照射位置に狂いが生じるようになる。従って、露光動作の際には、定盤6を含む露光本体部40を所定の基本姿勢（通常は水平）に維持して露光光の照射位置が常に一定となるようにする必要がある。これに対し、アライメントマークの計測を行なうアライメント動作の際等には、アライメント顕微鏡23用の光源は通常露光本体部40に一体的に設けられているので、露光

本体部40が傾斜するとこれと一体的にアライメント顕微鏡23用の光源も傾斜するので、露光本体部40の傾斜のみに起因してはアライメント顕微鏡23によるアライメントマーク位置の計測に誤差が生ずるおそれがなく、この場合には、露光本体部40を必ずしも上記基本姿勢に戻す必要はない。また、レチクルRやウエハWのローディング動作時においては、ウエハW及びレチクルRの受け渡し動作時間中に限って、露光本体部40が一定の姿勢に保たれていれば足りる。従って、各動作毎に、目標設定値を設定すれば、必要以上に除振パッド4A～4Dの高さ調整やアクチュエータ7A～7D、32A～32Cの駆動が行われるのを防止することができる。

【0082】また、目標設定範囲（許容誤差）も、当然のことながら、上記各動作毎に異なるので、これを一律とせず、それぞれ定めることにすれば、結果的に必要以上のアクチュエータの駆動を回避することができる。

【0083】ここで、目標値出力部44による動作モード毎の制御モードの設定、すなわち目標設定値、目標設定範囲の定め方について、具体的に説明する。

【0084】①露光動作モード（第1モード）

目標設定値は、光源1の射出位置で許容できる位置ずれ及び角度ずれの値（ $X \pm \Delta X$ 、 $Y \pm \Delta Y$ 、 $Z \pm \Delta Z$ 、 $X \theta \pm \Delta X \theta$ 、 $Y \theta \pm \Delta Y \theta$ 、 $Z \theta \pm \Delta Z \theta$ ）に応じた各変位センサの設定範囲を座標変換して求める。例えば、光源1が露光本体部40と別置きの場合、 $X=Y=Z=X \theta=Y \theta=Z \theta=0$ とし、露光本体部40の傾きについて常に補正をかける。目標設定範囲は、露光量を確保するのに必要な許容値に基づいて決定する。そして、目標値出力部44ではこの目標設定値を中心とする目標設定範囲の幅を持つ6自由度の目標値を出力する。

【0085】②アライメント動作モード（第2モード）アライメント用光源が露光本体部40に一体的に設けられている場合、前述したように、傾き量の補正を行なう必要はなく、振動だけを抑制すればよいことになる。従って、目標値出力部44では、 X 、 Y 、 Z 、 $X \theta$ 、 $Y \theta$ 、 $Z \theta$ の値を、アライメント動作を行なう際のXYステージ20の停止位置における予測値とし、目標設定範囲はアライメント精度を確保するのに必要な振動幅に基づいて決定する。

【0086】ここで、上記の予測値の決定の前提となる定盤6の傾き量、すなわち除振パッド4A、4B、4C、4Dの沈み量 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 の算出方法について説明する。ここでは、図8に示されるような位置関係で除振パッド4A～4Dが配置され、レチクルステージ（質量： $M1$ ）がウエハステージ座標系の（ r ，0）の位置に移動し、Yステージ（質量： $M2$ ）が（ q ， p ）の位置に移動し、Xステージ（質量： $M3$ ）が（ q ，0）の位置に移動した場合を例にとりて説明する。

【0087】この場合、各ステージの移動による露光本体部40の重心位置の移動により除振パッド4A、4B、4C、4Dに作用する力を、それぞれ f_1 、 f_2 、

f_3 、 f_4 とすると、これらの力は次のように表せる。

【0088】

【数1】

$$f_1 = -\frac{M_e P}{2(c+d)} g - \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

$$f_2 = \frac{M_e P}{2(c+d)} g - \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

$$f_3 = \frac{M_e P}{2(c+d)} g + \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

$$f_4 = -\frac{M_e P}{2(c+d)} g + \frac{M_1 r + (M_2 + M_3) q}{2(a+b)} g$$

【0089】このように、各ステージの移動指令値と各ステージの重量とに基づいて重心位置の移動により除振パッド4A～4Dに作用する力 f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 は求められる。

【0090】また、除振パッドのばね定数は除振パッド内の圧力値に応じて変わるため、前述した圧力センサ103A、103B、103Cの値より演算することが可能である。従って、除振パッド4A、4B、4C、4Dのばね定数（内圧Pの関数）を、それぞれ K_1 、 K_2 、 K_3 、 K_4 とすると、除振パッド4A、4B、4C、4Dの沈み量 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 は、次のようになる。

【0091】

【数2】

$$\delta_1 = \frac{f_1}{K_1(P)}$$

$$\delta_2 = \frac{f_2}{K_2(P)}$$

$$\delta_3 = \frac{f_3}{K_3(P)}$$

$$\delta_4 = \frac{f_4}{K_4(P)}$$

【0092】従って、目標値出力部44では、アライメント動作モードのときには、不図示のメインコンピュータからの各ステージの移動指令値と、圧力センサ103A、103B、103Cの値とに基づいて、（数1）、（数2）を用いて沈み量 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 を演算して定盤6の傾斜を予測し、最終的な傾斜がこの予測値に一致するような、目標設定値X、Y、Z、 $X\theta$ 、 $Y\theta$ 、 $Z\theta$ を定める。そして、目標値出力部44ではこの目標設定値を中心とする目標設定範囲の幅を持つ6自由度の目標値を出力する。

【0093】③ローディング動作モード（第3モード）この場合、XYステージ20（又はレチクルステージ27）は、所定のウエハ（又はレチクル）の受け渡し位置

に移動し、ウエハ（又はレチクル）の受け渡し動作時間中に限って一定の姿勢に保たれていれば良い。従って、目標値出力部44では、X、Y、Z、 $X\theta$ 、 $Y\theta$ 、 $Z\theta$ の値は、ウエハ（又はレチクル）の受け渡し動作時のXYステージ20（又はレチクルステージ27）の停止位置より求めた一定値とし、目標設定範囲は受け渡し精度を確保するのに必要な許容値に基づいて設定する。そして、目標値出力部44では、目標設定値を中心とする目標設定範囲の幅を持つ6自由度の目標値を出力する。

【0094】次に、上述のようにして構成された露光装置100のスキャン露光の際（第1モード時）の作用について説明する。

【0095】不図示のメインコンピュータから露光動作モード開始指令がなされると、主制御装置22及びステージコントローラ21によりスキャン露光が開始される。この際、目標値出力部44では、上述した露光動作モードにおける目標設定値を中心とする目標設定範囲の幅を持つ6自由度の目標値を出力する。

【0096】このスキャン露光の際に、XYステージ20、レチクルステージ27がX軸方向に沿って走査されると、露光本体部40の重心が移動し、定盤6を含む露光本体部40が傾斜するが、このときの変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃の出力が制御装置11を構成する非干渉化計算部56に供給されており、また、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Y₁、10Y₂、10X及び加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xの出力も制御装置11の振動制御系に供給されている。

【0097】非干渉化計算部56では、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃の出力に基づいて定盤6の傾斜を演算し、この傾斜を補正するため、除振パッド4A～4Dに供給する空気の流量を制御する。この際に、非干渉化計算部56では前述したゲインの切り換えを行ない、除振パッド4A～4Dの高さ制御の応答性を高くするとともに、不感帯を小さくして十分な収束性を確保する。

【0098】これにより、除振パッド4A～4Dによつ

て定盤6を含む露光本体部40の傾斜が大部分（または全部）速やかに補正されるようになる。また、ステージ20、27の移動による露光本体部40の重心移動に伴う振動は、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Y₁、10Y₂、10X及び加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xの出力に基づいて制御装置11によりアクチュエータ7A、7B、7C、7D、32A、32B、32Cが駆動制御され、効果的に抑制される。この際に、定盤6を含む露光本体部40の傾斜の残りがアクチュエータ7A、7B、7C、7Dによって補正される。

【0099】従って、定盤6を含む露光本体部40の振動は、ステージ20、27の移動による露光本体部40の重心移動による影響を殆ど受けることなく、効果的に抑制される。また、定盤6の傾き量の大部分が除振パッド4A～4Dに供給する空気流量の制御により補正されるので、アクチュエータ7A、7B、7C、7Dのみによって露光本体部40の振動とともにその傾斜をも補正する場合に比べて、アクチュエータ7A、7B、7C、7Dに必要とされる推力が抑制され、これによりアクチュエータ7A、7B、7C、7Dの可動子のコイルに流れる電流が必要最小限となり、発熱量を著しく抑制することが可能となる。従って、露光装置100の置かれた環境の温度変化が抑制される。

【0100】次に、アライメント動作モード時の作用について説明する。

【0101】この場合、目標値出力部44では、不図示のメインコンピュータからのアライメント動作モードの指令と、ステージ位置指令とを受け、前述した如くして、アライメント動作モード時の目標設定値を中心とする目標設定範囲の幅を持つ6自由度の目標値を出力する。これにより、上記露光動作時と同様に、変位センサ10Z₁、10Z₂、10Z₃、10Y₁、10Y₂、10X及び加速度センサ5Z₁、5Z₂、5Z₃、5Y₁、5Y₂、5Xの出力に基づいて制御装置11によりアクチュエータ7A、7B、7C、7D、32A、32B、32Cが駆動制御され、XYステージ20の移動による露光本体部40の重心移動に伴う振動が、効果的に抑制される。しかし、この場合、目標値として指令された座標位置へのXYステージ20の移動により生じる定盤6の傾きを予測した値に基づいて定められた目標値が出力されているため、この傾斜補正のためには、除振パッド4A～4D及びアクチュエータ7A～7Dの駆動を殆ど行なう必要がなく、結果的にアクチュエータ7A～7Dの発熱量を更に抑制することが可能になる。

【0102】さらに、ローディング動作モード時には、上述したローディングモード時の目標設定値を中心とする目標設定範囲の幅を持つ6自由度の目標値を出力し、制御装置11の振動制御系、非干渉化計算部56によって、アクチュエータ7A～7D、32A～32C、空圧

制御回路37A～37Cが制御され、ウエハ（又はレチクル）の受け渡し動作時間中、露光本体部は一定の姿勢に保たれる。

【0103】これまでの説明から明らかなように、本実施形態では非干渉化計算部56、空圧制御部37（空圧制御回路37A～37C）によって第2制御系が構成されている。

【0104】以上説明したように、本実施形態によると、目標値出力部44により装置動作モードに応じて定盤6を含む露光本体部40の制御モードが設定され、制御装置（振動制御系）11ではこの設定された制御モードに応じ、変位センサ及び振動センサの出力に基づいて、複数のアクチュエータを制御することにより、露光本体部40の振動制御及び位置制御を行なう。従って、従来のように振動制御・位置制御の目標設定値及び目標設定範囲が一律である場合に比べ、装置動作モードに応じた効率の良いアクチュエータの制御動作が可能となるとともに、例えばXYステージ20の位置決め整定時間も動作モードに応じた適切なものにするのが可能となる。また、動作モードに応じ、振動の許容誤差が大きくて良い場合に、目標設定範囲が広がるような制御モードに設定されるので、必要以上のアクチュエータの駆動を回避することができ、これによりアクチュエータの不要な発熱を防止することも可能である。

【0105】また、XYステージ20、レチクルステージ27の移動により、定盤6が傾斜した場合に、非干渉化計算部56によって変位センサ10Z₁～10Z₃の出力に基づいて3つの空圧制御回路37A～37Cが駆動され、XYステージ20、レチクルステージ27の移動により生じる定盤6の傾き量の全部又は一部が補正されることから、動作モードが露光モードであって目標設定値としてX=Y=Z=Xθ=Yθ=Zθ=0が設定されている場合であっても、定盤6を元の姿勢に戻すためのアクチュエータ7A～7Dの駆動量を大幅に減らすことが可能になり、その分アクチュエータ7A～7Dの不要な発熱を防止することが可能になる。

【0106】また、アライメント動作モード時には、目標値出力部44により、実際にXYステージ20が移動を開始するのに先立ってXYステージ20の移動指令値に応じた傾き量が予測され、その予測結果に定盤6の傾き量が一致するように目標設定値（定盤6の傾斜に関連する）が設定されるので、XYステージ20が移動指令値に対応する位置に移動したときには、制御装置（第1制御系）11ではアクチュエータ7A～7D、32A～32Cを定盤6の姿勢制御（主として傾斜制御）のために駆動する必要がなく、振動制御のためにのみ駆動すれば足りる。従って、アクチュエータの駆動量が著しく低減され、一層発熱量が抑制される。

【0107】このように、本実施形態によると、露光本体部40の位置制御指令値を各動作モード毎に設定する

ことにより、アクチュエータ7A～7D、32A～32Cの効率的な制御が可能となり、最適な位置制御応答性が得られ、傾き量の補正及び制振を行なうために必要な、除振パッド4A～4D及びアクチュエータ7A～7D、32A～32Cの駆動量を最小限に抑えることが可能となり、これにより環境温度に対する影響を最小限に抑えることが可能となる。

【0108】また、スキャン露光の際のレチクルステージ27の移動開始直後及び停止直前の振動もスキャンカウンタ66からの指令値のフィードフォワード入力により抑制される。

【0109】なお、上記実施形態では本発明に係る除振装置がステップ・アンド・スキャン方式の走査露光型の投影露光装置に適用される場合について説明したが、これに限らず、本発明の除振装置はステッパー等の投影露光装置は勿論、その他除振台上をステージ等の移動体が移動するものであれば好適に適用できるものである。上記のステッパーの場合には、露光時にはステージは停止しているからスキャンカウンタは不要である。

【0110】また、上記実施形態では、7つのアクチュエータと4つの除振パッドを用いて露光体本部40の6自由度方向の揺れを抑制する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、定盤(除振台)の傾斜を補正するために、Z方向のアクチュエータは少なくとも3つ、除振パッドについても少なくとも3つあれば良い。

【0111】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1及び2に記載の発明によれば、効率の良いアクチュエータの制御動作が可能で、アクチュエータの不要な発熱を防止することができるという優れた効果がある。

【0112】また、請求項3及び4に記載の発明によれば、上記請求項1に記載の発明の効果に加え、より一層のアクチュエータの発熱を防止することができる。

【0113】請求項5ないし7に記載の発明によれば、基板ステージの動作モードに応じた効率の良いアクチュエータの制御動作が可能で、アクチュエータの不要な発熱による環境の温度変化を抑制することができるという

従来にはない優れた露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態に係る露光装置を示す斜視図である。

【図2】図1の露光装置を構成する定盤、第1コラム、第2コラム等を除く、構成各部の概略構成図である。

【図3】除振パッドを駆動制御するシステムの概略斜視図である。

【図4】図1の装置の走査露光の原理を説明するための図である。

【図5】アクチュエータ及び除振パッドの制御系の構成を示す制御ブロック図である。

【図6】除振パッドに供給される空気流量を制御するための空圧制御回路の構成例を示す図である。

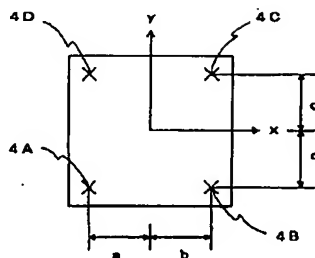
【図7】(A)、(B)、(C)は、除振パッドに対する空圧制御回路の接続方法の例を示す図である。

【図8】除振パッドの配置の一例を示す図である。

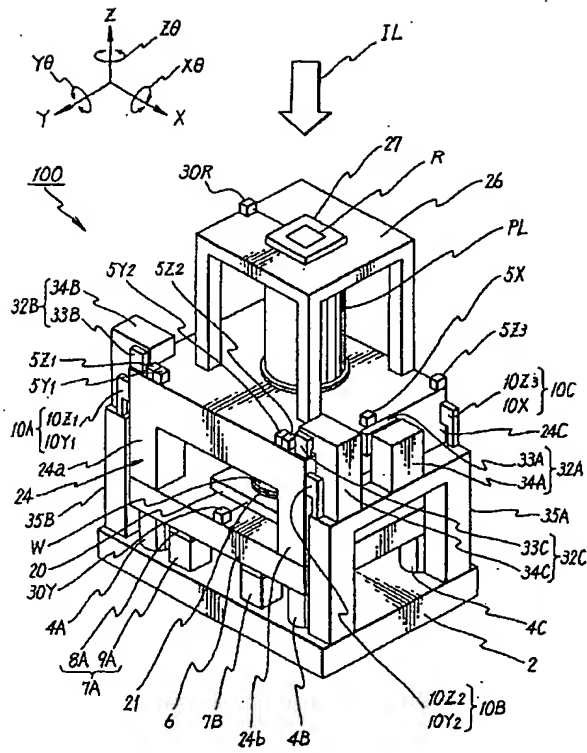
【符号の説明】

4A～4C 除振パッド
5Z₁～5Z₃, 5Y₁, 5Y₂, 5X 加速度センサ
6 定盤(除振台)
7A～7D, 32A～32C アクチュエータ
10Z₁～10Z₃ 変位センサ
10Y₁, 10Y₂, 10X 変位センサ
11 制御装置
20 XYステージ
23 アライメント顕微鏡
27 レチクルステージ
37 空圧制御部
37A～37C 空圧制御回路
44 目標値出力部
56 非干渉化計算部
100 露光装置
W ウエハ
R レチクル
PL 投影光学系

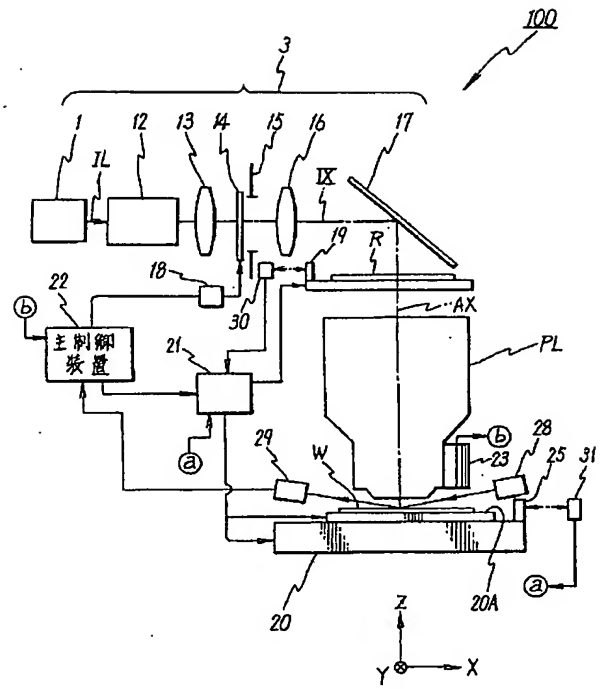
【図8】



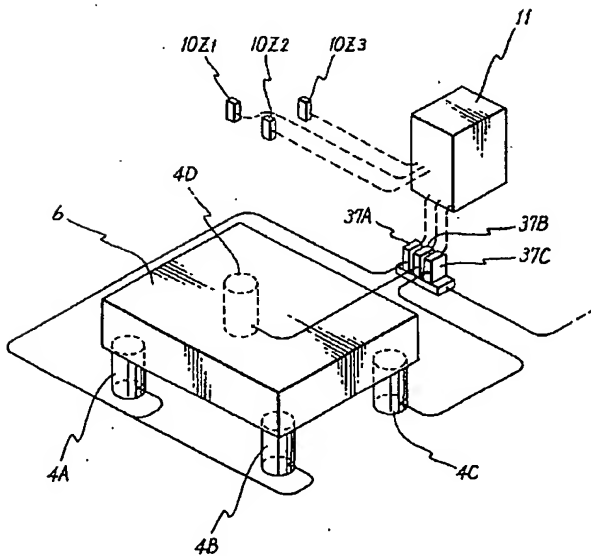
【図1】



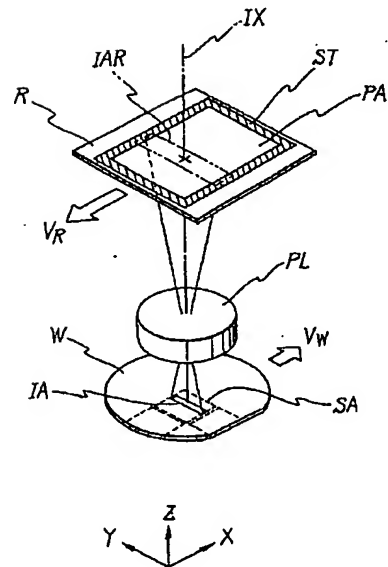
【図2】



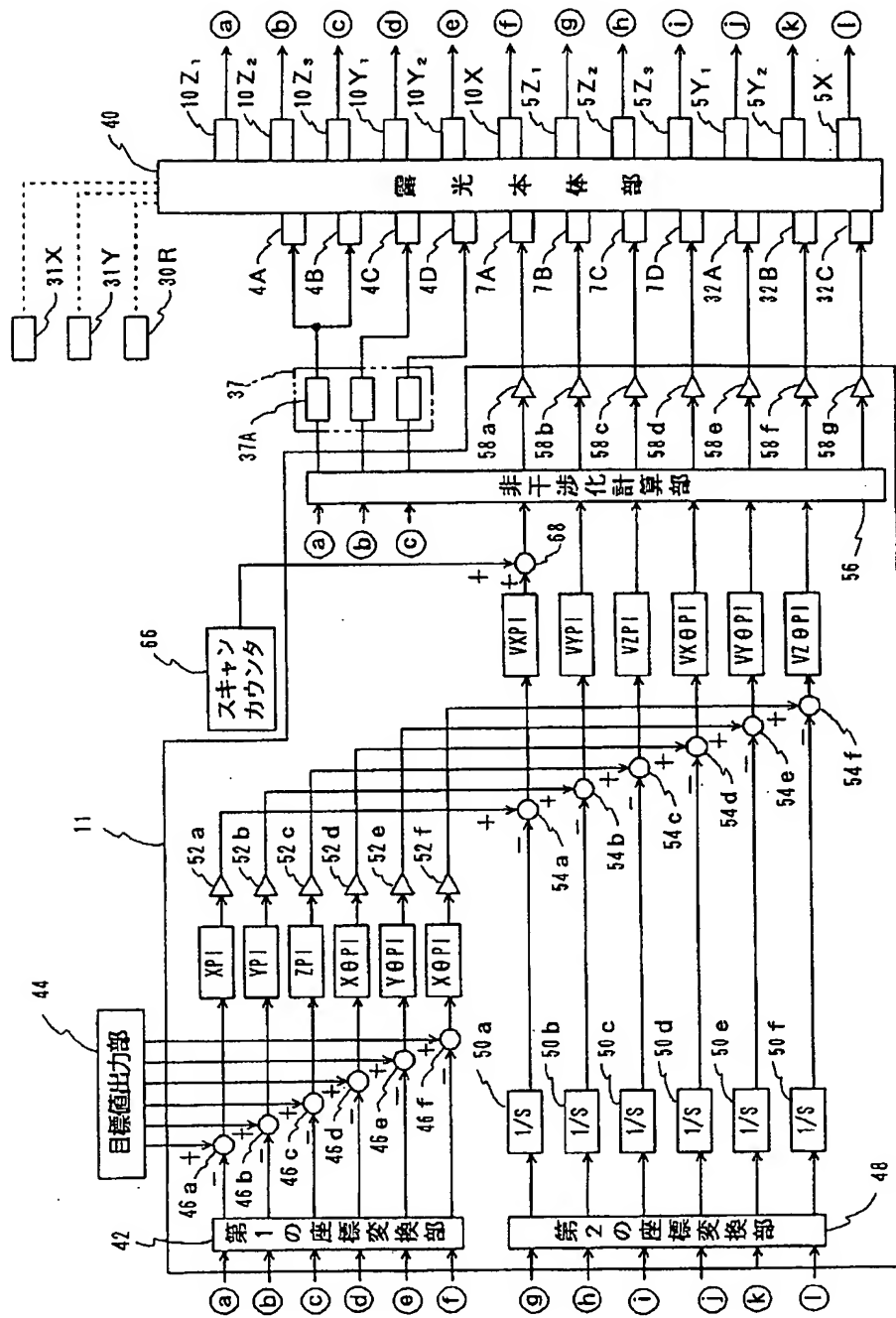
【図3】



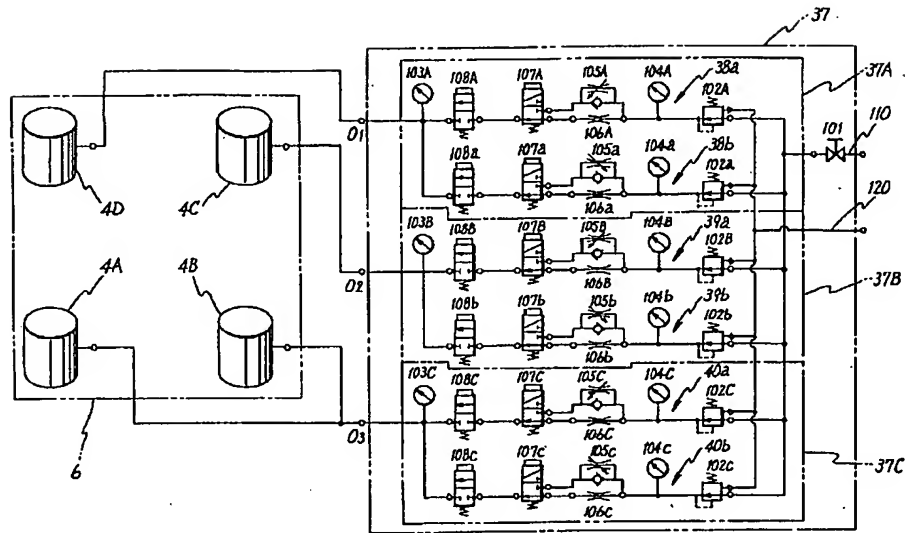
【図4】



【図5】



【図 6】



【図 7】

